# APRENDIZAGEM INFANTIL

## Uma abordagem da neurociência, economia e psicologia cognitiva

Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional

Estudos Estratégicos

# APRENDIZAGEM INFANTIL

Aloisio Araujo
Coordenador do Grupo de Estudo

# APRENDIZAGEM INFANTIL

## Uma abordagem da neurociência, economia e psicologia cognitiva

Rio de Janerio
2011

Rua Anfilófio de Carvalho, 29 - 3o Andar
20030-060 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil
Tel: (55 21) 3907-8100
Fax: (55 21) 3907-8101


Rua Pará, 50 - 15º andar
01243-020 - São Paulo, SP - Brasil.
Tel/Fax: (55 11) 3237-2590

*Coordenação e Edição:*
Fernanda Wolter
Marcia de Castro Faria Graça Melo
José Moscogliatto Caricatti

*Revisora :*
Mirian Cavalcanti

---

A654 Aprendizagem infantil : uma abordagem da neurociência, economia e psicologia cognitiva / Aloísio Pessoa de Araújo, coordenador. – Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2011.

264 p. - (Ciência e tecnologia para o desenvolvimento nacional. Estudos estratégicos)

Inclui bibliografia.
ISBN: 878-85-85761-33-2

1. Aprendizagem. 2. Educação de crianças. 3. Desenvolvimento cognitivo. 4. Capital humano. 5. Rendimento escolar. I. Araújo, Aloísio Pessoa de, 1946-.II. Academia Brasileira de Ciências

CDU: 370.1523
CDD: 37.015.3

---

## GRUPO DE ESTUDO

Aloisio Araujo (Coordenador - FGV/IMPA/ABC)
Edson Amaro (USP)
Erasmo Barbante Casella (USP)
Flávio Cunha (University of Pennsylvania)
Jaderson Costa da Costa (PUC/RS)
João Batista Araujo e Oliveira (Inst. Alfa e Beto e JM Associados)
Luiz Carlos Faria da Silva (Universidade Estadual de Maringá)
Luiz Davidovich (Responsável pela Diretoria da ABC)
Simon Schwartzman (IETS/ABC)

# PALAVRA DO PRESIDENTE

A Academia Brasileira de Ciências - ABC, com o intuito de promover o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação em benefício da nossa sociedade, tem elaborado estudos sobre temas estratégicos para o país. Dentre relevantes iniciativas em curso podemos citar ações nas áreas de saúde, mudanças ambientais globais, recursos hídricos e educação, sempre com enfoque em C,T&I como base para a solução de questões críticas. Tais estudos têm recebido o apoio da FINEP e sido publicados em cooperação com a Fundação Conrado Wessel.

O Grupo de Estudos de Aprendizagem Infantil, coordenado pelo Acadêmico e matemático-economista do Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada e da Fundação Getúlio Vargas, Aloísio Pessoa de Araújo, defende que os investimentos em educação durante os primeiros anos de vida da criança geram maiores benefícios. Alunos que tiveram mais estímulos cognitivos até os quatro anos de idade chegam à escola em melhores condições de aprender. A partir dessa idade, a escola tem menos chance de iniciar uma alfabetização adequada, permitindo aos alunos estabelecer as conexões neuronais necessárias ao processo de aprendizagem. Além disso, as habilidades não cognitivas, tais como capacidade de socialização, perseverança, disciplina e criatividade também ficam comprometidas.

Em sua metodologia, o estudo englobou três áreas distintas do processo de construção do conhecimento: a neurobiologia do desenvolvimento cognitivo; a economia do desenvolvimento cognitivo; a aprendizagem da leitura e escrita.

Além das reuniões periódicas do Grupo de Estudos, workshops e palestras foram promovidas dentro das três áreas citadas. Dentre essas, destaca-se o encontro internacional sobre Educação na Primeira Infância, que contou com a participação de James Heckman, prêmio Nobel de Economia em 2000. A conferência "Meeting on Early Childhood Education", teve lugar em 17 e 18 de dezembro de 2009 e foi organizada em parceria com a Fundação Getúlio Vargas. Reuniu renomados cientistas do Canadá, Estados Unidos, Reino Unido e França e os especialistas André Portela, Ricardo Paes e Barros e Flavio Cunha. Eles debateram com os Ministros da Educação, Fernando Haddad, e da Saúde, José Gomes Temporão, possíveis caminhos para que educação e saúde infantil tornem-se uma prioridade em nosso país, possibilitando um desenvolvimento social forte e sustentável de nossa economia em expansão.

Como é tradição de nossa Casa, os Membros da ABC tiveram a oportunidade de opinar sobre o estudo. Assim, suas conclusões têm o amplo apoio da ABC.

Por fim, manifesto minha alegria pela receptividade que os estudos vêm alcançando junto à comunidade acadêmica e ao Governo. Não poderia deixar de agradecer o amplo apoio da FINEP e também de nossa parceira FGV.

À Fundação Conrado Wessel nossos melhores agradecimentos por mais esta especial contribuição à ABC ao publicar nosso estudo sobre aprendizagem infantil, um tema de primeira importância para o nosso país.

Jacob Palis
*Presidente da Academia Brasileira de Ciências*

# APRESENTAÇÃO DO COORDENADOR

Devido ao descaso com a educação, agravado pelo seu passado escravocrata, o Brasil historicamente possui altos níveis de desigualdade de renda, o que inclusive prejudica seu desenvolvimento econômico.

Embora a desigualdade de renda tenha caído um pouco nos últimos anos, e tenha havido para algumas faixas etárias a universalização do ensino, como por exemplo, na faixa dos sete aos 14 anos, fortes problemas persistem. O desempenho medíocre em avaliações nacionais e internacionais pode comprovar esta afirmação.

Avanços da neurociência permitem concluir que grande parte do desenvolvimento cerebral, bem como a capacidade posterior de aprendizado dá-se no pré-natal aos primeiros anos de vida. Corroborando este entendimento, estudos feitos por economistas, notadamente, os do professor James Heckman, prêmio Nobel de Economia, e da Universidade de Chicago, comprovam que intervenções educacionais feitas durante a primeira infância com crianças de baixa renda possuem taxa de retorno muito superiores a investimentos feitos em idades posteriores.

Destaque-se também os estudos de James Heckman e Flávio Cunha, que constatam que desigualdades de rendimento escolar no desenvolvimento cognitivo, observado aos quatro anos como função de diferenças educacionais da mãe, persistem, na média, ao longo da trajetória educacional da criança.

Conclui-se então que, para corrigir as desigualdades educacionais e permitir um maior desenvolvimento econômico através da incorporação de um número maior de adolescentes em faixas mais elevadas de educação, é preciso fazer intervenções na fase mais precoce da criança. Isto porque boa parte da formação de capital humano dá-se no seio intrafamiliar, nos primeiros anos de vida, onde os pais mais educados, através de leituras e estímulo, conseguem preparar melhor a criança para quando ela ingressar na escola.

Mais ainda, Heckman e Cunha observam que a educação adquirida numa certa etapa da vida facilita o aprendizado nas seguintes.

Estas ideias, tanto da neurociência quanto da educação e da economia, se complementam, daí a decisão por uma abordagem multidisciplinar do aprendizado infantil. A ideia deste livro ocorreu-nos devido à combinação do interesse científico do tema e de sua alta relevância para o país. Isto porque no Brasil , além de possuirmos baixas taxas de escolarização e desempenho medíocre nas avaliações, a fecundidade e' maior justamente entre as mulheres de menor índice de instrução.

Outro fator importante em nossa decisão é que outras academias de ciências, como a americana, realizaram estudos semelhantes, com alto impacto nas políticas educacionais destes países.

A proposta deste estudo foi aceita pela Academia Brasileira de Ciências, que já tinha interesses semelhantes ao nosso. Assim, gostaria de agradecer o apoio recebido, durante os últimos três anos, ao grupo constituído oficialmente pela Academia, que várias vezes se reuniu para debater

e propor ideias, resultando em um trabalho apresentado para críticas e sugestões, via internet, em encontro dos membros da Academia em 6 de maio de 2009.

Organizamos também, um encontro científico, nos dias 16, 17 e 18 de dezembro de 2009, com alguns dos maiores especialistas internacionais, onde nossos trabalhos foram igualmente apresentados para a comunidade internacional. Este encontro contou com a participação de eminentes cientistas nacionais e internacionais das áreas de neurobiologia, economia, psiquiatria infantil, educação, medicina, entre outros. Também participou o ministro da Educação, Fernando Haddad, o ministro da Saúde, José Gomes Temporão, o secretário de Fazenda do estado do Rio de Janeiro, Joaquim Lévy, e o ex-presidente da Academia Brasileira de Ciências, Maurício Marques Peixoto. O encontro teve ampla repercussão na mídia, com extensos espaços nos jornais.

Os trabalhos do grupo durante este encontro, que resultou no presente livro, foram compostos de textos com recomendações de políticas públicas de responsabilidade de todos nós , além de três artigos de participantes específicos, e de alguns palestrantes não pertencentes ao grupo da Academia.

O primeiro artigo, de autoria dos professores James Heckman ( Universidade de Chicago) e Flávio Cunha (Universidade da Pensilvânia), desenvolve e estima econometricamente um modelo de formação de capital humano e chega à interessante conclusão de que existe uma grande interação entre o capital humano adquirido em diversas fases da vida. Os autores também concluem que é difícil a aquisição de habilidades cognitivas em fases posteriores da criança, embora habilidades não cognitivas, como disciplina, interação social, obediência à hierarquia ainda possam ser adquiridas em fases posteriores do processo educacional.

O subgrupo de neurociência, de autoria do professor Jaderson Costa da Costa (PUC/RS) e dos professores Erasmo Barbante e Edson Amaro (Universidade de São Paulo - USP) produziu um artigo no qual se descrevem as diversas formas de medição da atividade cerebral, e sua importância para o aprendizado.

O terceiro artigo é de autoria dos especialistas em educação, João Batista Araujo e Oliveira e Luiz Carlos Faria da Silva. Neste artigo os autores, baseados em experiências de trabalhos científicos internacionais, arguem que é importante que se introduzam práticas do método fônico nos processos de alfabetização das crianças brasileiras. A ausência de tal prática tem provocado vários prejuízos para o processo de alfabetização no Brasil, o que em grande parte já foi corrigido em vários outros países, conforme descrito pelos autores.

Temos também três artigos de palestrantes não pertencentes ao grupo da ABC, transcritos de nosso seminário internacional. O primeiro, do professor Ricardo Paes e Barros, do IPEA, que conclui, através de estudos econométricos, que creches de baixa qualidade não conseguem ter efeitos significativos no desempenho educacional posterior. O segundo, do professor Fernando Capovilla da USP, que estuda e sugere métodos educacionais apropriados para crianças com necessidades especiais. O terceiro, do professor Andre Portela da EESP-FGV, dá evidências de que a pré-escola (ensino de quatro e cinco anos) tem forte impacto positivo no aprendizado.

O livro conta também com o resumo feito pelos professores Jaderson Costa da Costa (PUC/RS), Erasmo Barbante e Edson Amaro (Universidade de São Paulo) das palestras dos convidados internacionais . Como se sabe, situação da educação infantil no Brasil ainda está muito longe de

uma situação satisfatória. Um grande avanço foi obtido com o projeto de emenda constitucional aprovado pelo Congresso Nacional em 2009, que torna mandatória a matrícula para crianças de quatro a cinco anos e prevê a universalização em 2016. Também, o plano nacional de educação a ser implementado em breve prevê a matrícula para 50% das crianças de zero a três anos em 2022, a partir da cobertura atual de pouco mais de 20%. No entanto, isto é muito pouco para um país como o Brasil, onde a maioria das crianças vem de família de baixa renda *per capita*, e baixa educação dos pais, e que, portanto, devido a sua baixa vocalização política se encontra ainda menos representados nas creches. Esta situação tende a perpetuar boa parte da alta desigualdade de renda em nosso país. Isto agravado por serem as creches, em sua maioria, de qualidade duvidosa.

É bem verdade que existem iniciativas importantes de governos federal, estaduais e municipais (estes responsáveis pela educação infantil) de se abrirem mais vagas. Concentrar recursos nas crianças de baixa renda, construindo-se creches de alta qualidade nas regiões de baixo desempenho escolar parece ser uma política adequada.

Outro caminho é concentrar recursos já no pré-natal, aliando políticas de saúde e educação, inclusive com a instrução dos pais para o problema. Como enfatizou o professor Mustard em nosso seminário internacional, um dos pioneiros em educação infantil, foi esta a base de sucesso de Cuba no campo da saúde e da educação da sua população. Iniciativas semelhantes foram feitas no Chile e mesmo em nosso país, embora de forma incipiente. Pois, como é sabido, os cuidados com a saúde e nutrição durante o pré-natal e nos primeiros anos de vida são determinantes na plasticidade cerebral e consequentemente no desenvolvimento educacional, além da saúde do indivíduo ao longo de sua vida.

É igualmente importante que se criem centros de pesquisa em educação infantil em nossas universidades, sejam públicas ou privadas. Estes centros poderiam ser financiados tanto pela iniciativa privada quanto por órgãos públicos como o MEC. Estes centros deveriam ser conduzidos tanto por educadores como por neurocentistas e pediatras. Também poderiam ser dirigidos por economistas que poderiam fazer estudos quantitativos sobre os custos e benefícios dos diversos métodos utilizados.

Por fim, gostaria de agradecer à Academia Brasileira de Ciências, ao seu presidente, Jacob Palis Jr., às funcionárias Márcia Graça Melo, Fernanda Wolter, e Sandra Frias, designer gráfica, que nos prestaram inestimável apoio durante o processo de realização deste trabalho. Agradeço, também, ao professor James Heckman pelo apoio dado para trazermos ao Brasil cientistas internacionais notáveis, especialistas na área de educação infantil.

Meus agradecimentos especiais ao Itaú Social, ao Dr. Pedro Henrique Mariani e à Fundação Getulio Vargas pelo auxílio dado, e em especial à Fundação Conrado Wessel.

Aloísio Pessoa de Araújo
*Coordenador*
*Membro da ABC*
*Fundação Getúlio Vargas*
*Instituto de Matemãtica Pura e Aplicada*

# RAÍZES DE UMA TRANSFORMAÇÃO NACIONAL

A Fundação Conrado Wessel, associada institucional da Academia Brasileira de Ciências, tem-se vinculado a diversas iniciativas promovidas pela ABC em prol da ciência e, obviamente, em prol de nossa nação. É motivo de orgulho, referência magna da trajetória da FCW, impulso para sua vocação de promotora da arte, da ciência e da cultura, conforme desígnio de seu instituidor, Conrado Wessel. Nesse prisma inserimos a presente publicação, continuando a série de estudos estratégicos, cujos títulos já publicados "Amazônia", "O Ensino de Ciências e a Educação Básica" e "Doenças Negligenciadas" tornaram-se indispensáveis a qualquer programa de governo ou análise da nação.

Com os mesmos critérios de segurança nas informações, apuração exigente dos dados, isenção no diagnóstico e equilíbrio nas expectativas, promovemos agora este excelente trabalho organizado pela ABC sobre educação infantil, destinado a propiciar os parâmetros mínimos com que devemos transformar nossa nação. O grupo de trabalho elaborou uma exaustiva análise da visão menor com que a educação infantil vem sendo conduzida no País. Sua leitura serve como alerta e bússola para conseguir, nos próximos vinte anos, contar com uma comunidade avançada e eficiente, capaz de trazer um retorno equivalente aos obstáculos já antevistos.

A visão gerencial do tema deve ser abrangente, seja na política de formação e acompanhamento dos professores, seja na implementação de um intercâmbio ativo entre a escola, a família e os serviços da área da saúde e da assistência pública, seja na aplicação dos resultados já alcançados pela ciência , seja no desenvolvimento de outros estudos afins e pesquisas eficazes.

Este trabalho sobre educação infantil, de fato, identifica o ponto centro de nossa metamorfose. Não podemos permanecer inertes, assistindo a uma gradativa erosão de valores culturais e a uma perda galopante de capacidade inovadora num panorama mundial de soberania do conhecimento.

Com o respeito à comunidade científica de que sempre nos valemos, em particular à dedicação do digno professor Aloísio Pessoa de Araújo, a Fundação Conrado Wessel felicita a ABC por mais este valioso estudo estratégico.

Américo Fialdini Júnior
*Diretor-Presidente*
*FCW*

# ÍNDICE

Introdução
Conclusões e Recomendações

# SUMÁRIO DAS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DO GRUPO DE TRABALHO SOBRE EDUCAÇÃO INFANTIL

***O Problema***

- O desempenho educacional das crianças brasileiras é muito inadequado. Resultados da Avaliação Brasileira do Final do Ciclo de Alfabetização, a Prova ABC, avaliação do movimento Todos pela Educação divulgada em agosto de 2011, mostram que 57,2% dos estudantes do terceiro ano do ensino fundamental, o que corresponde à antiga segunda série, não conseguem resolver problemas básicos de matemática, como soma ou subtração. Resultados semelhantes são encontrados na avaliação dos estudantes brasileiros no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes da OECD, PISA.

- Dificuldades de linguagem são associadas às de processamento matemático e de lógica. Falhas na alfabetização dificultam a incorporação de conhecimentos importantes para o desenvolvimento profissional.

- Embora o número de alunos no ensino médio venha aumentando de forma significativa nos últimos vinte anos, menos de 60% dos jovens de uma coorte conseguem concluí-lo; esse número, porém, tem se estabilizado. Uma fração ainda menor ingressa no ensino superior.

***Causas***

- Parte do problema deve-se tanto à falta de recursos e má utilização destes, quanto à ausência de uma política nacional eficaz de atração, seleção e retenção de melhores professores. Outra parte ao descompasso entre as políticas específicas de atenção às crianças (antes da escola e na alfabetização) e as recomendações que decorrem de evidência científica internacional.

- De acordo com a neurobiologia, sabe-se que o desenvolvimento mais acentuado da estrutura cerebral (volume e maturação cerebral e, notadamente, sinaptogenese) ocorre nos primeiros anos de vida. Consequentemente, este é um período sensível para o desenvolvimento das habilidades envolvidas no

processo de aprendizagem da linguagem. Eventual atraso na estimulação dessa habilidade poderia implicar perda do melhor momento para o desenvolvimento do reconhecimento da relação grafema-fonema, tão importante para a leitura, no futuro, de palavras desconhecidas. Este fato tem sido ignorado na formulação de políticas públicas de educação.

- Essa evidência se complementa pelos estudos em economia que mostram a grande rentabilidade de investimentos que ocorrem na mais tenra idade e produzem habilidades que são utilizadas para acumulação de outras habilidades ("habilidade produz habilidade"). Por exemplo, é muito difícil formar um engenheiro que não tenha desenvolvido habilidades básicas de álgebra. Estudos recentes mostram que investimentos que ocorrem entre os três e quatro anos de idade têm uma taxa de retorno de 17% ao ano, enquanto alguns programas de recuperação tardia apresentam retornos que são nulos e muitas vezes negativos (custo maior do que o benefício).

***Recomendações***

*Atenção à infância: é importante investir na educação durante os primeiros anos*

- Estabelecer políticas integradas e flexíveis de atendimento às famílias com crianças pequenas, conforme suas diferentes circunstâncias e necessidades, visando assegurar o direito a condições básicas de se desenvolver. Estas políticas devem minimizar o efeito dos fatores de risco, entre os quais a condição social e econômica de seus pais. Famílias em condições críticas, especialmente em relação à violência, pobreza extrema, ambientes tóxicos, e monoparentais, requerem atendimento diferenciado.

- Desenvolver políticas públicas que apoiem as mães na educação e no desenvolvimento dos seus filhos.

- Incorporar no atendimento pré e pós-natal dos serviços de saúde pública e da assistência familiar já existentes as dimensões de desenvolvimento cognitivo e linguístico das crianças. Inovações tecnológicas no tratamento de epidemias e a acentuada queda da taxa de fecundidade abrem espaço para que a estrutura física e os recursos humanos da área de saúde sejam mobilizados para

estimular o desenvolvimento cognitivo, que é precário em boa parte das famílias brasileiras, principalmente aquelas provenientes de famílias de baixa condição socioeconômica. Tanto a evidência da neurobiologia quanto a da economia apontam altos retornos para essa realocação de recursos na fase inicial da vida. Para tanto, será importante incentivar e capacitar os profissionais da área, especialmente os profissionais da saúde.

- Dar prioridade para o diagnóstico precoce de condições que afetam o desenvolvimento posterior da criança, tanto na linguagem quanto na sociabilidade. Propiciar tratamentos adequados para as crianças com necessidades especiais, tais como deficits auditivos, visuais, e crianças que possam ser incluídas no espectro autista.

- Estabelecer, para as creches e pré-escolas, mecanismos de regulação que assegurem a qualidade dos atendentes, proporção adequada entre adultos e crianças, equipamentos, livros e infraestrutura, de modo a promover o desenvolvimento integral da criança, incluindo o seu desenvolvimento linguístico e lógico-matemático, e atitudes que favoreçam uma posterior escolarização bem-sucedida.

- Desenvolver programas de capacitação e certificação de educadores da primeira infância de nível médio e superior que levem em conta os conhecimentos científicos sobre os fatores que promovem o desenvolvimento infantil.

- Estimular programas para promover o hábito da leitura em casa.

*Alfabetização: devem ser utilizados métodos baseados em evidência científica*

- Levar em consideração a evidência científica e as orientações oficiais dos países mais avançados com relação à importância de adoção de políticas, materiais e métodos adequados de alfabetização. Ainda não há estudo nacional semelhante.

- Tomar como referência os estudos sobre a neurobiologia da aprendizagem para se repensar a prática educacional. O melhor conhecimento dos circuitos neurais para a expressão e entendimento verbal, aquisição da habilidade da leitura e manutenção dos mecanismos atencionais e estratégia de aprendizagem são importantes para estabelecer processos mais eficientes de alfabetização.

***Evidência internacional e orientação dos países sobre métodos de alfabetização***

- *EUA: National Reading Panel Report, 2000.*
- *Austrália: Department of Education, Employment, and Workplace Relations: National Inquiry into the Teaching of Literacy – Report and Recommendations, 2004.*
- *Israel: A Reference Guide to Reading Education in Countries Participating in IEA's Progress in International Reading Literacy Study, 2002.*
- *Finlândia: The Finnish Board of Education. National Core Curriculum for Basic Education, 2004.*
- *França: Noveaux Programmes de L'École Primaire. Buletin Officiel hors-serie no. 3, 2008.*
- *Inglaterra: Primary Framework for Literacy and Mathematics: Core Position Papers Underpinning the Renewal of Guidance for Teaching Literacy and Mathematics, 2006.*

- Reforçar a importância da estimulação da capacidade de decodificação fonológica, no início da alfabetização, independentemente da intervenção escolhida para o ensino da leitura.

- Estabelecer orientações, currículos e programas de ensino de alfabetização que levem em consideração a evidência acima.

- Estabelecer critérios, indicadores ou expectativas para indicar que o aluno foi alfabetizado até no máximo sete anos de idade.

- Estabelecer políticas de adoção e aquisição de livros e materiais didáticos que estimulem a provisão de materiais ricos e variados adequados para ensinar, de forma consistente, as múltiplas competências associadas ao processo de alfabetização.

- Incluir, nos programas de ensino das pré-escolas, competências que facilitem e preparem o aluno para o processo de alfabetização.

- Estimular a leitura em voz alta, considerando que isso contribui para a ativação da área cerebral relacionada ao processamento auditivo, favorecendo o desenvolvimento da capacidade da associação fonema-grafema.

- Estabelecer políticas e assegurar recursos para criar e manter atualizadas bibliotecas escolares e bibliotecas de sala de aula.

***Pesquisa e formação profissional: a formação de profissionais para a pré-escola e as séries iniciais deve ser alinhada às necessidades específicas da primeira infância e da alfabetização***

- Estimular o desenvolvimento de pesquisas através da formulação de experimentos e levantamento sistemático de dados que explorem o relacionamento da dimensão neurobiológica e psicológica com a educação. Determinar os custos e os benefícios de diferentes intervenções voltadas para o desenvolvimento infantil.

- Criar centros de ensino e formação de profissionais para apoio às instituições que cuidam da primeira infância.

- Rever as orientações sobre formação de professores alfabetizadores, assegurando que essa formação seja feita de forma teórica e prática e em consonância com princípios científicos atualizados, consistentes com a ciência cognitiva da leitura.

# PARTE I

## Capital Humano

# CAPITAL HUMANO

Autores:
Flávio Cunha
James Heckman

## 1. INTRODUÇÃO

Recentes estudos sobre o desenvolvimento humano mostram que as pessoas são diferentes em várias habilidades, e que estas habilidades explicam uma grande parte da variação interpessoal no sucesso econômico e social, diversidade que se manifesta na mais tenra idade. A família desempenha um papel crucial na formação dessas habilidades, pois fornece tanto os genes quanto o meio ambiente com os quais tais habilidades são determinadas. Algumas famílias não conseguem criar ambientes propícios e isso tem resultados nefastos para os seus filhos. No entanto, vários estudos mostram que é possível compensar parcialmente os ambientes adversos se investimentos de alta qualidade forem feitos suficientemente cedo na vida da criança. O objetivo deste artigo é resumir uma volumosa literatura para orientar a formulação de políticas públicas no Brasil.

As recentes pesquisas empíricas têm melhorado substancialmente a nossa compreensão do modo como as competências e habilidades são formadas ao longo do ciclo da vida. O início da literatura em economia (Becker, 1964) introduziu o capital humano como uma explicação alternativa para a capacidade geneticamente determinada para explicar a distribuição de renda e outras medidas de sucesso socioecônomico. Diante do volume de conhecimento gerado por pesquisas recentes, entendemos que o capital humano é o resultado de competências adquiridas e competências geneticamente determinadas.

Ao contrário do que é geralmente assumido pela literatura em economia, a formação de habilidades é um processo dinâmico. Com a base de dados norte-americana National Longitudinal Survey of the Youth (NLSY), podemos acompanhar o desenvolvimento cognitivo e emocional das crianças desde a infância até a adolescência. Acompanhando

as mesmas crianças através de entrevistas, durante vários anos, é possível comparar o desenvolvimento daquelas de famílias ricas com as de famílias mais carentes. Como podemos ver na Figura 1, a diferença de desenvolvimento cognitivo entre as crianças mais ricas (quartil de maior renda) e as mais pobres (quartil de menor renda) é de quase 25 percentis. Esta é uma diferença enorme, que explica, em larga medida, que uma criança de família com maiores recursos será mais propensa a frequentar uma universidade do que aquela criança de família mais carente. Entretanto, é importante notar que grande parte da diferença entre essas crianças já está presente aos seis anos de idade. O mesmo ocorre em relação ao desenvolvimento emocional, como podemos ver na Figura 2.

***Figura 1***

Filhos do NLSY

Rank do percentil médio da nota de Matemática no teste PIAT, por quartil de nota*

percentil da nota
65
60
55
50
45
40
35
6
8
10
12
idade

*Os quartis de renda foram computados da renda média familiar entre as idade de 6 a 10.

Quartil de menor renda
Quartil da segunda menor renda
Quartil da terceira menor renda
Quartil da maior renda

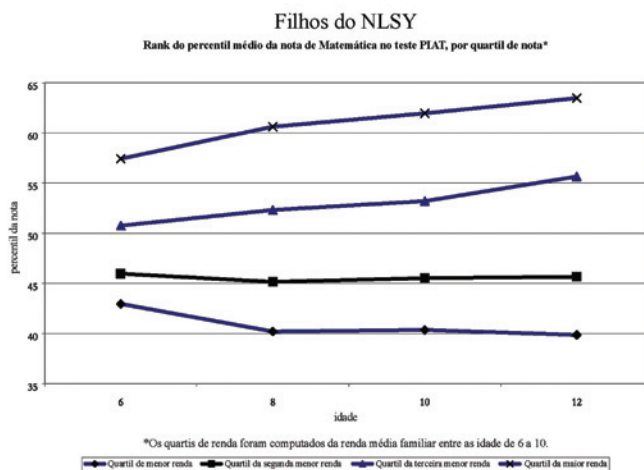
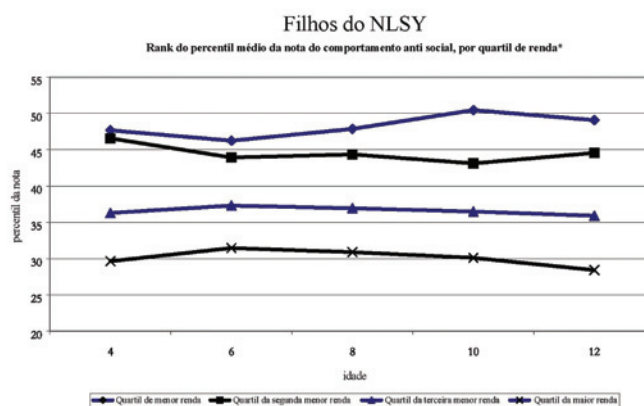



***Figura 2***

As competências adquiridas em uma etapa do ciclo de vida afetam a aprendizagem na próxima fase da vida. Como ressaltado nos recentes estudos sobre o desenvolvimento infantil (Shonkoff e Phillips, 2000), diferentes habilidades são formadas e moldadas em diferentes fases do ciclo da vida. A evidência empírica nos ensina que quando as oportunidades de formação dessas habilidades são perdidas, a reabilitação pode ser onerosa e a plena reabilitação proibitivamente custosa (Cameron, 2004; Knudsen et al., 2006; Knudsen, 2004). Estes resultados salientam a necessidade de que os cientistas sociais e os formuladores de políticas públicas tenham uma visão abrangente da formação de habilidades ao longo da vida.

A seguir, apresentamos uma discussão sobre a teoria do investimento em capital humano ao longo da infância e da adolescência. Na terceira seção, temos um resumo da literatura sobre o impacto dos investimentos na infância na produção de capital humano. Na Seção 4, a evidência sobre o impacto dos investimentos durante a adolescência, e, finalmente, as considerações finais.

## 2. A PRODUÇÃO DE CAPITAL HUMANO

Apresentamos, em uma forma resumida, a teoria introduzida por Cunha e Heckman (2007) sobre a produção de capital humano em diferentes estágios da infância. Para simplificar, a nossa análise parte de um modelo com dois períodos de infância, que são denotados pelo index $t$, $t = \{1,2\}$. O capital humano desta pessoa quando adulta $h$ é produzido durante a infância através de investimentos $I_t$ feitos pela família em cada período $t$. A função de produção que liga investimentos $I_t$ à habilidade $h$ é:

$$h = [\gamma (I_1)^{\varphi} + (1-\gamma)(I_2)^{\varphi}]^{\frac{1}{\varphi}} \qquad (1)$$

O parâmetro $\gamma$, $\gamma \in [0,1]$, é chamado de multiplicador. Ele nos informa a importância relativa do investimento que ocorre na fase mais tenra da infância para a produção de capital humano. Por exemplo, se $\gamma = 1$, então todo o capital humano é produto do investimento durante o primeiro período da infância. Quando $\gamma = 0$, nada que se produz de capital humano decorre de investimentos na primeira infância.

O parâmetro $\varphi$, $\varphi \in (-\infty,1]$ nos informa a proporção necessária de investimentos no primeiro e segundo períodos da infância para produzir capital humano. Em outras palavras, $\varphi$ determina a elasticidade de substituição entre $I_1$ e $I_2$. Por exemplo, quando $\varphi \to -\infty$, então para produzir uma unidade de capital humano $h$ é necessário uma unidade de investimento $I_1$ e uma unidade de investimento $I_2$. Ou seja, ambos devem ocorrer na mesma proporção. Neste caso, diríamos que a elasticidade de substituição entre $I_1$ e $I_2$ é zero pois não é possível substituir um pelo outro. Por outro lado, quando $\varphi = 1$, pode-se usar apenas $I_1$, ou apenas $I_2$, ou até mesmo uma combinação de $I_1$ e $I_2$ para se produzir $h$. Neste caso, dizemos que a elasticidade de substituição é infinita.

Admita que a família tenha uma quantidade de recursos $R$ para investir na criança. A questão é: Como repartir esses recursos entre $I_1$ e $I_2$? Para responder, admita-se que ambos os investimentos são compostos pelos mesmos tipos de produtos, digamos livros. Suponha que o preço dos livros seja $p$. A família pode comprar livros agora e pagar $p$ por cada livro, ou pode depositar $p$ em uma poupança e resgatar $(1+r)p$ no futuro quando for comprar livros para o investimento $I_2$. Isto quer dizer

que o valor presente do livro no período $t = 2$ é $\frac{p}{1+r}$ . Dessa maneira, a restrição orçamentária é dada pela equação:

$$p\, I_1 + \frac{p}{1+r}\, I_2 = R$$

Como discutido em Cunha e Heckman (2007), quando $\varphi \in (-\infty, 1)$ a proporção ótima entre investimentos $I_1$ e $I_2$ é dada pela fórmula:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left[ \frac{\gamma}{(1-\gamma)\,(1+r)} \right]^{\frac{1}{1-\varphi}}$$

(2)

A equação (2) nos informa que a proporção $\frac{I_1}{I_2}$ deve ser maior quanto mais importante for o investimento $I_1$ na determinção do capital humano, que é capturado pelo parâmetro $\gamma$. Ela também nos diz que quanto mais barato o investimento $I_2$ for em relação ao investimento $I_1$ (i.e., quanto mais alta for a taxa de juros $r$ ), então menor deve ser a proporção $\frac{I_1}{I_2}$. Finalmente, esta proporção deve ser mais próxima de um quanto menor for o parâmetro da elasticidade de substituição entre os investimentos.

# 3. OS PROGRAMAS DE FORMAÇÃO DE CAPITAL HUMANO NA PRIMEIRA INFÂNCIA

Já existe pesquisa abrangente sobre diversos programas de intervenção para idade pré-escolar voltados para crianças desfavorecidas.[1] Nesses programas foram coletados dados detalhados que permitiram mensurar os seus custos e benefícios. Os programas analisados variam tanto em termos da idade da criança no início da intervenção, quanto na idade na época da saída. Geralmente, o desempenho das crianças na escola melhora em termos de aproveitamento, nas notas escolares e no menor índice de repetição. Infelizmente, muitas das avaliações desses programas não seguem as crianças na adolescência ou vida adulta. As intervenções que começam na mais tenra idade produzem os maiores efeitos.

Quatro programas possuem avaliação de impactos de longo prazo. Três deles são direcionados para crianças consideradas de alto risco e vindas de famílias desfavorecidas. O primeiro é a Pré-Escola Perry, que é um programa diário de duas horas e meia, durante o ano acadêmico, no estado de Michigan, nos EUA. O segundo é o "Abecedarian", um programa de horário integral, durante os 12 meses do ano, no estado da Carolina do Norte. O terceiro também é um programa em tempo integral, durante o ano acadêmico, nas Ilhas Maurício, e foi oferecido para todas as crianças, carentes e as mais favorecidas. O quarto programa é o Centro de Pais e Filhos de Chicago, um programa diário de três horas, durante o ano acadêmico, no estado de Illinois, nos EUA. Ao contrário dos demais programas, este é implementado em uma grande escala e atende às comunidades carentes de Chicago.

***i) O Programa Perry***

O projeto Pré-Escola Perry é um programa educacional que foi implementado em Ypsilanti, Michigan, nos EUA. O tratamento constou de aulas diárias durante o ano escolar, suplementado com uma visita semanal à casa do aluno pelo

[1] Veja Cunha et al. (2006).

professor. Todas as professoras eram treinadas e certificadas para exercer a educação elementar e de primeira infância.[3]

O estudo consiste em cinco coortes que entraram no programa durante o período de 1961 a 1965. Durante esses anos, 123 crianças participaram do programa, sendo 58 no grupo de tratamento e 65 no de controle. As crianças do grupo de tratamento estavam matriculadas na Escola Perry desde os três anos de idade por um período de dois anos.

As crianças eram negras e provenientes de famílias muito desfavorecidas, o que reflete a realidade da população de Ypsilanti. Elas foram localizadas através de uma pesquisa com as famílias que eram de alguma maneira associadas à escola local, assim como de indicação de pessoas da comunidade e de um levantamento feito porta a porta. As crianças do grupo de risco foram identificadas através de um teste de inteligência e de um índice de status socioeconômico.[4] O nível de desenvolvimento socioeconômico foi calculado por uma combinação linear com três componentes: a ocupação dos pais, o nível educacional dos pais e o número de cômodos por pessoa residente na casa da família.[5] As crianças provenientes de famílias com um nível socioeconômico acima de certo grau (fixado antes da execução do programa) foram excluídas do estudo.

Sobraram, então, 123 crianças negras. Dessas, 58 crianças foram selecionadas aleatoriamente para receber o tratamento. As demais, 65 crianças, foram alocadas ao grupo de controle, o que providenciou aos pesquisadores uma referência adequada para avaliar os efeitos do programa pré-escolar. O custo do programa, em dólares de 2006, foi por volta de dez mil dólares por criança participante.[6] O programa coletou dados detalhados das crianças, tanto no grupo de controle quanto no de tratamento, anualmente dos três aos 15 anos, assim como aos 19, 27 e 40 anos de idade.

---

[2] O ano escolar tem duração de 30 semanas, começando em outubro e terminando em maio.

[3] Schweinhart et al. (1993) argumentam que a certificação dos professores é um componente importante para o êxito do Perry.

[4] O nível de inteligência, ou desenvolvimento cognitivo, foi medido pelo teste de Stanford-Binet, que tem média 100 e desvio padrão 15.

[5] O número de cômodos per capita é uma variável que aproxima a riqueza da família.

[6] É importante ressaltar que a maior parte desse custo é de mão de obra, que é relativamente mais cara nos EUA do que no Brasil.

Durante o período do experimento, cada classe de pré-escola tinha entre 20 e 25 alunos com três ou quatro anos de idade. A primeira coorte foi admitida com crianças de quatro anos de idade e que receberam apenas um ano de tratamento. A última coorte recebeu o tratamento junto com um grupo de crianças de três anos de idade que não faz parte do estudo. As aulas ocorriam todos os dias da semana por 2,5 horas por dia durante o ano escolar. Dez professoras ocuparam as quatro vagas de ensino necessárias, ao longo do estudo, resultando em uma média criança-professor na razão de 5,7 para o período de duração do programa. Todas já tinham sido professoras em escolas públicas.

Durante o programa, as professoras visitavam a casa das crianças uma vez por semana por 1 hora e meia. O propósito da visita era para envolver as mães no processo educacional de seus filhos e para que estas também implementassem o currículo em casa.[7] Para incentivar a participação das mães, as professoras também ajudavam com quaisquer outros problemas familiares. Por exemplo, muitos professores ensinavam os pais a obter ajuda governamental caso a criança ou alguma outra pessoa na família precisasse de algum tratamento médico. Ocasionalmente, essas visitas eram substituídas por passeios instrutivos, como uma ida ao zoológico.

O programa desenvolveu um currículo piagetiano de aprendizado ativo, que é centrado em jogos e brincadeiras baseados em soluções de problemas e guiados por perguntas indiretas.[8] As crianças são incentivadas a planejar, executar e refletir sobre as suas próprias atividades. Os tópicos no currículo eram baseados em fatores-chave de desenvolvimento cognitivo relacionados ao planejamento, expressão e compreensão. Esses fatores foram organizados em dez categorias tais como "representação criativa", "classificação" (reconhecimento de similaridades e diferenças), "números" e "tempo". Esses princípios educacionais foram baseados nos tipos de perguntas indiretas feitas pelas professoras. Por

---

[7] Schweinhart et al. (1993).

[8] Um exemplo de pergunta direta é "Você tem um bom relacionamento com o seu pai?". A mesma pergunta pode ser feita indiretamente da seguinte forma: "Por favor, diga-me como é o seu relacionamento com o seu pai". As perguntas diretas incentivam uma resposta curta e simples. As perguntas indiretas incentivam uma resposta mais elaborada, utilizando todo o conhecimento da pessoa que está respondendo. Além disso, as perguntas indiretas tendem a ser menos sugestivas do que as perguntas diretas. Schweinhart et al. (1993).

exemplo, "Me conte o que você fez. Descreva-me como você fez isto".[9] O currículo foi aperfeiçoado ao longo do programa e culminou com a aplicação sistemática de princípios de instrução que eram essencialmente fundamentados na teoria de Piaget. Isto fez com que todas as atividades acontecessem dentro de uma rotina diária estruturada para ajudar as crianças a desenvolverem um senso de responsabilidade e a desfrutar oportunidades para independência.

***ii) O Programa Abecedarian***

O projeto Abecedarian recrutou 111 crianças nascidas entre 1972 e 1977, vindas de 109 famílias que tiveram uma elevada nota no índice de alto risco.[10] As famílias foram matriculadas e a intervenção começou poucos meses após o nascimento. A seleção dos participantes teve como base mais as características das famílias do que as das crianças, como no programa Perry. Praticamente todas as crianças eram negras, seus pais tinham baixos níveis de escolaridade, renda, capacidade cognitiva e níveis elevados de comportamento patológico. As crianças foram testadas para detectar se havia retardamento mental. Setenta e seis por cento das crianças viviam com somente um dos pais ou eram criadas pelos avós. A idade das mães neste grupo era em média inferior a vinte anos, com dez anos de escolaridade e QI de 85, ou seja, um desvio-padrão abaixo da média de desenvolvimento cognitivo normal para a idade da mãe. Foram formados quatro grupos de cerca de 28 crianças cada.

Quando os bebês completaram seis semanas de idade, eles foram distribuídos aleatoriamente entre o grupo de intervenção pré-escolar e o grupo de controle. A idade média de entrada foi de 4,4 meses. Aos cinco anos de idade, exatamente quando estavam prestes a entrar no jardim de infância, todas as crianças foram novamente distribuídas entre os grupos de tratamento e o de controle. Esta fase durou até as crianças completarem oito anos de idade.

Ao final havia quatro diferentes grupos: crianças que não sofreram nenhuma intervenção, crianças que sofreram

---

[9] Schweinhart et al. (1993).

[10] Para construir o índice de alto risco foram ponderadas a escolaridade do pai e da mãe, a renda da família, a ausência paterna, a existência ou não de um apoio familiar para a mãe, indicação de problemas acadêmicos sofridos pelos irmãos da criança, o uso de benefícios da seguridade social e o baixo nível de QI dos pais.

uma intervenção quando elas eram muito jovens, crianças que sofreram intervenção a partir dos cinco anos de idade e aquelas que receberam o tratamento durante toda a sua infância. As crianças foram acompanhadas até os 21 anos de idade.[11]

O Programa Abecedarian usou o mesmo currículo do Programa Perry e por essa razão não iremos repetir os seus detalhes. No entanto, o Abecedarian foi um programa mais intenso do que o Perry: ele foi conduzido em tempo integral, durante os 12 meses do ano. Na fase inicial existia um professor para cada três crianças, mas este número cresceu para uma razão de 6:1 com a continuação do programa. Por funcionar em tempo integral durante todo o ano, o custo *per capita* do Abecedarian foi de US$ 15.125 em dólares de 2006.

Durante os três primeiros anos do ensino primário, um professor fazia visitas regulares às casas das crianças envolvidas para reunir-se com os pais e ajudá-los na prestação suplementar de atividades educativas em casa. Ele fornecia um currículo de atividades individualmente planejado e adaptado para cada criança e também servia como ligação entre os professores regulares e a família, interagindo com estes a cada duas semanas. Ele também ajudava a lidar com outras questões que poderiam melhorar a capacidade da família de cuidar da criança, tais como encontrar emprego, navegar pela burocracia das agências de serviços sociais e transportar as crianças para consultas e compromissos.

Grande parte das crianças do grupo de controle foi matriculada em creches e pré-escolas que existiam na comunidade. Dessa maneira, podem-se interpretar os impactos do Programa Abecedarian em relação à opção existente na época, que era a matrícula em creches. Como veremos adiante, as crianças nas creches não se desenvolveram tanto quanto aquelas que foram parte do programa de primeira infância. As diferenças nos resultados são muito grandes e podem ser explicadas por quatro razões que não são mutuamente exclusivas: (1) os professores nos programas de primeira infância recebiam treinamento intenso; (2) a razão criança-professor era baixa; (3) a estrutura curricular deu uma rotina de ensino estruturada que permitiu às crianças desenvolverem-se plenamente; (4)

---

[11] Os bebês no grupo de controle receberam uma fórmula de leite em pó fortificada com ferro e tantas fraldas quanto necessárias, como incentivo para garantir sua participação.

a visitação às casas dos pais pode ter incentivado um maior envolvimento deles na educação dos seus filhos. Esses quatro componentes são partes fundamentais de uma educação de primeira infância de qualidade e comum a todos os três projetos que aqui descrevemos.

***iii) O Projeto de Saúde Infantil das Ilhas Maurício***

Em 1972, foi implementado, nas Ilhas Maurício, um programa de educação de primeira infância para estudar o impacto de um ambiente estimulante no desenvolvimento cognitivo e emocional das crianças. Nesse estudo, todas as crianças que haviam nascido entre os anos de 1969 e 1970 nas cidades de Vacoa e Quatre-Borne poderiam participar do projeto. As crianças no grupo de tratamento começaram a frequentar a escola de primeira infância aos três anos de idade, entre setembro de 1973 e agosto de 1974. As duzentas crianças que participaram do projeto foram alocadas aleatoriamente para um grupo de tratamento e um grupo de controle, cada um com cem crianças.[12]

O programa de primeira infância consistia em educação, alimentação das crianças, exames médicos periódicos, solução de problemas comportamentais e de aprendizagem, exercícios físicos, e visitação familiar para incentivar o envolvimento dos pais no desenvolvimento das crianças.

Para implementar o programa, foram construídas nas duas cidades das Ilhas Maurício dois centros de educação de primeira infância. Estes dois centros foram administrados por duas professoras dinamarquesas com vasta experiência em educação pré-escolar. Elas treinaram e supervisionaram em tempo integral as professoras originais das Ilhas Maurício que de fato ensinavam as crianças. Cada escola tinha cinquenta crianças, sete professoras e duas assistentes das professoras, além de uma cozinheira, um assessor administrativo e um motorista. As salas de aula tinham em média um professor para cada grupo de 5,5 alunos.

As 14 professoras e quatro assistentes foram selecionadas entre duzentas que aplicaram para os empregos. Elas passaram por um treinamento que consistia em quatro

---

[12] Os grupos de controle e tratamento eram idênticos no que tange às características das crianças em relação ao sexo, grupo étnico e desenvolvimento psicofisiológico, como mostram Raine et al. (2001).

componentes: (1) treinamento em educação de primeira infância; (2) treinamento em psicologia; (3) saúde física; (4) informação sobre programas governamentais nas Ilhas Maurício para ajudar as famílias com seus diversos problemas. O treinamento dos professores continuou durante o período de implementação do programa para aperfeiçoar e aumentar o repertório de atividades na escola.

A Tabela 1 mostra como eram organizadas as atividades durante o dia. O desenvolvimento cognitivo das crianças teve um componente de desenvolvimento verbal através de sessões de conversação, canto e de nomeação de objetos. As habilidades visuoespaciais foram incentivadas através de jogos de construção de objetos ou quebra-cabeças. A coordenação visuomotora foi desenvolvida através de jogos com bola, danças, instrumentos musicais simples. A criatividade foi trabalhada com atividades de desenho e colagem e atividades teatrais. A memória das crianças foi desenvolvida com jogos ou repasse de estórias lidas na sala de aula. O desenvolvimento da percepção e dos sentidos foi promovido com aulas de jardinagem e sessões temáticas sobre textura, sabor, cheiro, aparência e formato de tecidos, plantas e alimentos.

Tabela 1
Grade de Horários

| Horário | Atividade | Horário | Atividade |
|---|---|---|---|
| 9:00-9:30 | Conversa sobre temas variados. | 11:30-12:00 | Aula de música e canto. |
| 9:30-10:00 | Jogos educacionais | 12:00-12:30 | Almoço |
| 10:00-10:10 | Alimentação: suco de fruta | 12:30-2:00 | Repouso |
| 10:10-10:30 | Jogos educacionais | 2:00-2:10 | Alimentação: leite |
| 10:30-11:30 | Desenvolvimento cognitivo. | 2:10-4: 00 | Exercícios físicos |

***Fonte: Raine et alii (2001).***

Outro componente foi o ensinamento de higiene e saúde. As aulas básicas de higiene ensinavam como escovar os dentes, lavar as mãos antes das refeições etc. As crianças também foram ensinadas a usar seus próprios pratos e utensílios durante a alimentação. O programa nutricional na escola foi estruturado com o fornecimento de um suco de frutas de manhã, um almoço ao meio-dia e um copo de leite à tarde. Após o almoço, as crianças dormiam por volta de uma hora e meia.

O programa também oferecia exames feitos por médicos que visitavam as escolas de primeira infância uma vez a cada dois meses e, caso necessário, enviavam as crianças para tratamento em hospitais ou clínicas especializadas. Além disso, aulas de educação física foram dadas durante as sessões na parte da tarde.

Caso uma criança exibisse um mau comportamento, a brincadeira ou atividade era interrompida para que ela recebesse uma explicação sobre a razão pela qual aquele comportamento não era socialmente aceitável. Houve um esforço para que as crianças não fossem socialmente isoladas ou deixadas de lado. Certamente, não houve punição física. As sessões de conversação foram usadas para trabalhar os conceitos de sentimento como amor e tristeza. Pequenas peças de teatro foram montadas para estimular o desenvolvimento emocional das crianças. As sessões de jogos promoviam o entendimento da importância de se seguir as regras. As crianças tinham um uniforme para tentar inibir a formação de grupos sociais entre as crianças.

Além das aulas normais, houve ainda um programa de reforço onde as crianças com dificuldade de aprendizado recebiam atenção única. Além disso, os professores visitavam os lares das crianças para que eles pudessem estabelecer uma relação próxima com os pais, aprender mais sobre o ambiente familiar e discutir quaisquer necessidades especiais ou problemas comportamentais dos alunos. Os pais eram convidados para uma reunião mensal com os professores na escola.

***iv) Os Centros de Pais e Filhos de Chicago***

Os Centros de Pais e Filhos de Chicago (CPC) foram abertos em 1967 para servir crianças em 25 áreas de extrema pobreza na cidade de Chicago. Embora antigo, não houve coleta de dados desde o começo do programa. A coleta de dados começou com a geração das crianças nascidas em 1980. A participação no programa foi voluntária e 989 crianças nascidas em 1980 foram matriculadas aos três anos de idade. Foram identificadas 550 crianças que poderiam ser matriculadas no projeto, mas que não foram. Ao contrário dos demais programas, a avaliação do CPC não foi experimental, e sim quase experimental.

O programa CPC tem uma estrutura similar ao do programa Pré-Escola Perry e, por essa razão, descrevemos apenas as

poucas diferenças entre eles. O CPC funciona três horas por dia durante o ano acadêmico e também por seis semanas durante o verão. As atividades são estruturadas e enfatizam a aprendizagem de linguagem e matemática. Ao contrário do Programa Perry, que usa o modelo de Piaget, o programa CPC usa o método fônico para ensinar linguagem. No entanto, o CPC tem menos professores por aluno do que o Perry: enquanto este tem em média 5,7 crianças por professora, aquele tem 8,5 crianças por professora. Esse fato faz com que o custo *per capita* do CPC seja de aproximadamente oito mil dólares em dólares de 2006, sendo assim 15% mais barato do que o Perry.

A evidência gerada pelos projetos Perry, Abecedarian, Saúde Infantil das Ilhas Maurício e CPC comprova, entre outras coisas, que os participantes foram mais propensos a concluir o ensino médio e tornaram-se menos propensos a participar em atividades relacionadas ao crime e delinquência.

No Projeto Perry as crianças que participaram do programa foram acompanhadas até os 40 anos de idade, enquanto no Abecedarian e CPC elas foram acompanhadas até os 21.[13] Os três programas tiveram efeitos significativos na dimensão educacional.[14] Como mostra a Figura 3, enquanto 45% dos participantes no grupo de controle concluíram o ensino médio, o mesmo percentual para o grupo de tratamento no Programa Perry foi de 66%. Essa diferença é estatística e economicamente significativa. Os números para o Projeto Abecedarian são similares: enquanto 51% do grupo de controle chegaram ao fim do ensino médio, o mesmo percentual para o grupo de tratamento foi de 67%.

Os três programas reduziram a necessidade de educação especial e contribuíram em muito para a redução do problema de repetição escolar. Uma informação interessante que não mostramos na Figura 3: na avaliação do Projeto Abecedarian, percebeu-se que enquanto apenas 13% das crianças no grupo de controle concluíram o ensino superior, um percentual quase três vezes maior no grupo de tratamento conseguiu o diploma universitário.

---

[13] A evidência descrita aqui foi primeiramente apresentada por Barnett (2004).

[14] Pelo que sabemos, não houve mensuração sobre impactos educacionais no projeto de saúde das Crianças nas Ilhas Maurício.

O Projeto Perry, o CPC e o Projeto nas Ilhas Maurício tiveram impactos fortes na redução da participação em crimes relacionados, entre outros, ao comércio de drogas ilegais, roubo, homicídio e estupro para os meninos.[15] Enquanto 44% dos meninos no grupo de controle foram condenados e presos por este tipo de crime, o mesmo número para os meninos no grupo de tratamento foi de 28%. O Projeto nas Ilhas Maurício encontrou efeitos similares: no grupo de controle, 36% dos participantes foram condenados por algum tipo de crime enquanto que, no grupo de tratamento, esse número foi de aproximadamente 23.6%.[16] No CPC, 25% dos jovens que não participaram do programa já tinham sido presos pelo menos uma vez até os 21 anos de idade. O mesmo percentual para o grupo que recebeu o tratamento foi 30% menor.

Os programas de primeira infância previnem que crianças se tornem pessoas violentas. Hoje sabemos que o comportamento antissocial pode ser classificado de acordo com a fase da vida onde ele surge: antes da puberdade (durante a infância) e após a puberdade (durante a adolescência).[17] O comportamento violento que surge na infância ocorre com baixa frequência na população, mas se trata de um problema sério: tais crianças exibem um comportamento violento com as demais crianças e uma crueldade extrema com os animais. O comportamento antissocial que surge na adolescência tende a ser mais comum, mas também menos extremo. A maior parte desses adolescentes tende a cometer pequenos roubos e furtos e a mentir para os pais e professores.

O comportamento antissocial que surge durante a infância está intimamente associado com déficits neuropsicológicos (capacidade intelectual subdesenvolvida) e pouco envolvimento dos pais com os filhos durante os primeiros anos de vida.[18] Dessa maneira, os programas de primeira infância reduzem a criminalidade, pois eles elevam o desenvolvimento intelectual das crianças, prevenindo, assim, o aparecimento de comportamento antissocial na infância.

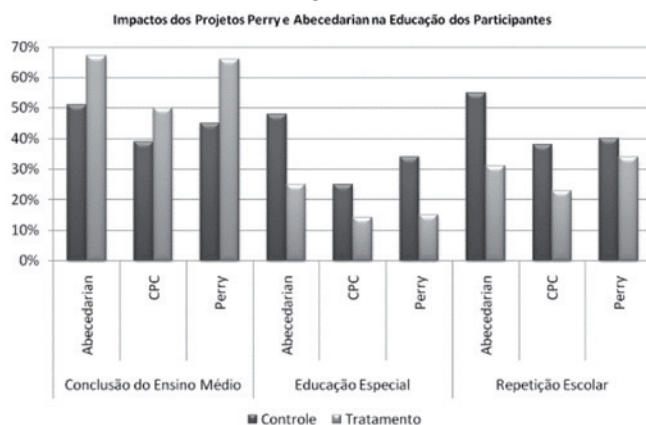
---

[15] Esse tipo de crime não é praticado pelas meninas no grupo de controle ou no grupo de tratamento. Entretanto, para as meninas, o Programa Perry reduziu em quase 50% o número de condenações por crimes associados ao vandalismo, à prostituição e a outros tipos de crimes menores.

[16] Veja evidência em Raine et al. (2003).

[17] Veja Patterson et al. (1989) e Moffitt (1993).

[18] Veja Moffitt (1993) e Raine et al. (1994).

*Figura 3*

***Fonte: Barnett (2004).***

Embora esses programas sejam caros, eles trazem benefícios muito superiores aos custos. A evidência mostra que, para cada dólar investido no Programa Perry, o retorno estimado para a sociedade foi de US$9. Cada dólar investido no programa CPC produziu um retorno de aproximadamente US$7. Para o Programa Abecedarian, o mesmo número foi de US$2,5.[19]

## *Uma Metodologia para Avançar na Solução dos Problemas*

Este artigo resume a evidência internacional produzida por diferentes campos das ciências biológicas e ciências sociais sobre a importância da educação que ocorre na idade mais tenra. Como vimos, os programas que encontram impactos no aumento da escolaridade e redução da criminalidade têm quatro características em comum: (1) os professores nos programas de primeira infância recebem treinamento intenso e específico; (2) uma baixa razão criança-professor, que permite uma atenção pessoal à criança; (3) uma estrutura curricular que fornece uma rotina de ensino estruturada; (4) um componente de visitação nas casas para gerar um maior envolvimento dos pais na educação dos seus filhos. Para que as crianças carentes tenham as mesmas oportunidades das mais favorecidas, devemos instituir programas que não tenham como princípio substituir a família, mas que busquem envolvê-la em todo o processo.

A existência de um programa de primeira infância de qualidade para a população carente é uma condição necessária, mas não suficiente, para avançarmos em direção a

---

[19] As estimativas para os programas Perry e Abecedarian são de Barnett e Masse (2007). A fonte para as estimativas do programa CPC é Reynolds et al. (2002).

uma sociedade mais educada, igualitária e, sobretudo, menos violenta. A formação de capital humano começa na idade mais tenra e prossegue ao longo da vida. Precisamos estudar o que fazer para melhorar a qualidade das escolas. No Brasil atual, vários programas são implementados em larga escala sem qualquer contrapartida de avaliação. Mesmo quando há avaliação, os resultados são pouco difundidos. Essa dinâmica impede a criação de um conjunto de evidência que nos permita aprender com as experiências passadas, tenham sido elas boas ou ruins.

O modelo a ser seguido deve ser outro. Deve-se criar uma cultura de coleta de dados que permita acompanhar o desenvolvimento infantil do período pré-natal até a fase adulta. Estes dados devem ter informações detalhadas sobre o ambiente familiar, o *status* intelectual e emocional dos pais, os recursos que as famílias dispõem para investir na educação dos filhos e as características das escolas e dos professores com quem as crianças passam boa parte do tempo. Muitos países desenvolvidos e alguns vizinhos latino-americanos já coletam esse tipo de dados e os usam para saber mais a respeito do desenvolvimento de suas crianças. Já passou da hora de começarmos a fazer o mesmo.

Além disso, os projetos criados com o intuito de melhorar a educação devem ser primeiramente implementados em pequena escala e avaliados. A implementação em pequena escala permite aperfeiçoar a execução do programa antes de replicá-lo em larga escala. É necessário que esses projetos sejam sistemática e objetivamente avaliados: (1) quanto custa; (2) quais os benefícios; (3) qual a parcela da população que se beneficia mais; e, finalmente, (4) qual a população que não se beneficia. Esta informação será valiosa para decidir quais projetos deverão ter prioridade para serem implementados em escala nacional. Somente com esse conhecimento poderemos colocar em prática políticas públicas que irão aumentar a qualidade da educação e reduzir a violência na nossa sociedade.

# 4. AS INTERVENÇÕES NA ADOLESCÊNCIA

Quão eficazes são as intervenções feitas na adolescência? É possível remediar as consequências de negligência e abandono nos primeiros anos? Estas questões são pertinentes, pois é possível que várias crianças não estejam recebendo os investimentos ótimos durante a infância. A evidência mostra que intervenções feitas durante a adolescência produzem benefícios que são mais reduzidos do que aqueles obtidos com as intervenções que ocorrem durante a infância.

Iremos discutir brevemente o que é conhecido sobre intervenções desenvolvidas nas escolas. Alguns estudos recentes sobre "Big Brothers/Big Sisters" (BB/BS) e "Patrocine um Estudante" têm demonstrado que estes programas têm amplo impacto social e acadêmico sobre as crianças e os adolescentes participantes. No programa BB/BS, adultos voluntários são emparelhados aleatoriamente com filhos de mães solteiras com a finalidade de fornecer uma amizade adulta e responsável ao menor. O objetivo desta amizade é promover o desenvolvimento do jovem. Não foi feita nenhuma tentativa específica de melhorar deficiências específicas ou alcançar metas educacionais. Tierney et al. (1995) mostrou que 18 meses após a introdução da figura do um mentor, os participantes, que tinham idades de dez a 16 anos na época, tornaram-se menos propensos a iniciar uso de drogas ou álcool, agredir alguém, faltar aula ou mentir para a mãe. As suas notas melhoraram e eles passaram a se sentir mais competentes em seu trabalho escolar.

A principal meta do programa "Patrocine um Estudante" foi ajudar os estudantes de escolas públicas secundárias da cidade de Filadélfia a chegar à universidade. O programa previa reforço escolar através de um tutor por vários anos (durante o ensino médio e um ano após a graduação), ajuda para as despesas com os preparativos para a universidade. Mentores individuais incentivaram, apoiaram e acompanharam o progresso do estudante. O programa previa ainda uma ajuda financeira de US$ 6 mil durante o período em que estivessem matriculados em cursos credenciados em uma universidade. Usando uma amostra similar de jovens que não participaram do programa, Johnson (1996) encontrou um impacto nas notas do segundo e terceiro anos do segundo grau e aumento de 22% no ingresso à universidade um ano após a graduação da escola secundária.

O "Quantum Opportunity Program" (QOP) ofereceu à minoria desfavorecida assessoramento e incentivos financeiros (US$1 para despesas imediatas e US$1  depositado em uma poupança para a universidade), para cada hora gasta pelos estudantes em atividades relacionadas a investimentos em capital humano. Os alunos, que foram sorteados aleatoriamente para participar do programa, foram designados a um mentor no início da primeira série do segundo grau. Todos os participantes foram mantidos no programa por quatro anos, independentemente de sua permanência na escola. Durante este período, os participantes tiveram em média 1.286 horas de atividades educativas. O programa aumentou em 33% a graduação no ensino médio. A taxa de detenção para os participantes do programa foi metade daquela dos não participantes. Esses benefícios não vieram sem que se gastasse bastante dinheiro: a média por estudante nos quatro anos foi de dez mil e quinhentos dólares por participante. Ainda assim, uma análise custo-benefício estima um ganho social líquido positivo com o programa QOP (Taggart, 1995). Novamente, a evidência mostra que o QOP e programas como ele podem melhorar drasticamente as competências sociais e a adaptação dos adolescentes à sociedade. Mas esses programas não produzem milagres. Numa avaliação recente do QOP por Maxfiel e Schirm (2003) encontrou-se que os efeitos do programa sobre comportamentos de risco foram ambíguos. Também foi mais eficaz para os adolescentes das séries intermediárias do que para aqueles das primeiras ou últimas séries elegíveis para a intervenção. Houve grande variabilidade nos efeitos estimados do programa por localidade.

Dois outros estudos fornecem provas adicionais de que programas criativos, projetados para manter adolescentes na escola, podem ser eficazes. O programa "Ohio's Learning, Earning, and Parenting" (LEAP) e o programa "Teenage Parent Demonstration" (TPD) proporcionaram incentivos financeiros para os pais de adolescentes para que estes ficassem ou voltassem para a escola. O programa LEAP apresentou aumento nas taxas de graduação do ensino médio dos adolescentes que ainda estavam matriculados na escola quando eles entraram no programa. No programa TPD os resultados não foram muito claros, houve divergências de acordo com a localização. Tanto o LEAP quanto o TPD apresentaram efeitos positivos sobre os rendimentos e empregabilidade dos participantes que ainda estavam

na escola quando os programas começaram. Os efeitos estimados eram muitas vezes negativos, mas para os participantes que já tinham saído da escola antes do início dos programas.

A literatura disponível sobre escolaridade demonstra que oferecer a estudantes desfavorecidos incentivos financeiros para permanecer na escola e participar nas atividades de aprendizagem escolar pode aumentar seu tempo na escola e melhorar sua empregabilidade no futuro. Deve-se notar que, embora tais programas têm comprovado sua influência positiva sobre emprego e salários (e, no caso do QOP, reduzir a criminalidade), eles não produzem milagres. Embora positivos, os impactos são modestos e os custos são altos.

# 5.CONCLUSÃO

Este artigo resume a evidência sobre a formação de capital humano ao longo do ciclo de vida. A literatura mostra que é possível compensar parcialmente os ambientes adversos na família. A evidência de estudos experimentais em matéria de intervenção de programas dirigidos a crianças desfavorecidas sugere que é possível eliminar algumas das lacunas devido à desvantagem inicial. Quando adultas, as crianças geralmente adquirem maior escolaridade e são menos propensas a participar de atividades criminosas ou violentas. Intervenções preventivas têm alto retorno econômico.

A reabilitação mais tardia é possível, porém mais custosa. A remediação através de programas destinados a combater deficits cognitivos tem um pobre desempenho histórico. Em termos do modelo econômico apresentado na segunda parte do artigo, esta evidência é coerente com alguma complementaridade do investimento ao longo do ciclo de vida e uma importância preponderante para os investimentos que ocorrem nos períodos mais tenros da infância.

# REFERÊNCIAS

BARNETT, Steven. *Benefit-cost analysis of preschool education.* Nov. 2004. Disponível em: <http://nieer.org/resources/files/BarnettBenefits.ppt>.

________; MASSE, Leonard. Comparative benefit-cost analysis of the Abecedarian Program and its Policy Implication. *Economics of Education Review*, v. 26, p. 113-125, 2007.

BARROS, Ricardo; CARVALHO, Mirela de; FRANCO, Samuel; MENDONÇA, Rosane. *A importância da queda recente da desigualdade na redução da pobreza*. Rio de Janeiro: Ipea, 2007. (Texto para Discussão, 1.256).

CERQUEIRA, Daniel; LOBÃO, Waldir; CARVALHO, Alexandre. *O jogo dos sete mitos e a miséria da segurança pública no Brasil*. Rio de Janeiro: Ipea, 2005. (Texto para Discussão, 1.144).

________; CARVALHO, Alexandre; LOBÃO, Waldir; RODRIGUES, Rute. *Análise dos custos e consequências da violência no Brasil*. Rio de Janeiro: Ipea, 2007. (Texto para Discussão, 1.284).

CUNHA, Flavio; HECKMAN, James. The technology of skill formation. *American Economic Review P&P*, v. 97, p. 31-47, May 2007.

________; ________. *The evolution of inequality, heterogeneity and uncertainty in labor earnings in the US economy*. University of Pennsylvania, 2008. (Working Paper).

________; ________; LOCHNER, Lance; MASTEROV, Dimitryi. Interpreting the evidence on life cycle skill formation. In: HANUSHEK, E.; WELCH, F. (Eds.). *The handbook of economics of education*. Amsterdam: North Holland, 2006. cap. 12, p. 697-812.

HECKMAN, James. The common structure of statistical models of truncation, sample selection, and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of Economic and Social Measurement*, v. 5, p. 475-492, 1976.

LOCHNER, Lance; MORETTI, Enrico. The effect of education on crime: evidence from prison inmates, arrests, and self-reports. *American Economic Review*, v. 94, p. 149-173, 2004.

MOFFITT, Terry. The neuropsychology of conduct disorder. *Development Psychopathology*, v. 5, p. 135-151, 1993.

PATTERSON, Gerald; DeBARYSCHE, Barbara; RAMSEY, Elizabeth. A developmental perspective on antisocial behavior. *American Psychologist*, v. 44, p. 329-334,1989.

RAINE, Adrian; BRENNAN, Peter; MEDNICK, Sarnoff. Birth complications combined with maternal rejection at age 1 year predispose to violent crime at age 18 years. *Archives of General Psychiatry*, v. 51, p. 984-988, 1994.

________; VENABLES, Peter; DALAIS, Cyril; MELLIGEN, Kjetil; REYNOLDS, Chandra; MEDNICK, Sarnoff. Early educational and health enrichment at age 3-5 years is associated with increased autonomic and central nervous system arousal and orienting at age 11 years: evidence from the Mauritius Child Health Project. *Psychophysiology*, v. 38, p. 234-247, 2001.

________; MELLINGEN, Kjetil; LIU, Jianghong; VENABLES, Peter; MEDNICK, Sarnoff. Effects of environmental enrichment at ages 3–5 years on schizotypal personality and antisocial behavior at ages 17 and 23 years. *American Journal of Psychiatry*, v. 160, p. 183-198, 2003.

REYNOLDS, Arthur; TEMPLE, Judy; ROBERTSON, Dylan; MANN, Emily. Age 21 cost-benefit analysis of the title I Chicago Child-Parent Centers. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, v. 24, p. 267-303, 2002.

SCHWEINHART, Lawrence; BARNES, Helen; WEIKART, David. *Significant benefits:* the High-Scope Perry Preschool Study through age 27. Ypsilanti, MI: High/Scope Press, 1993.

# PARTE II

## Neurobiologia

# AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM DA LEITURA

Autores:
Erasmo Barbante Casella (erasmo.casella@icr.usp.br),
Edson Amaro Jr. (eamaro@usp.br) e
Jaderson Costa da Costa (jcc@pucrs.br)

A presente revisão foi realizada com base em estudos publicados em revistas internacionais conceituadas, sendo organizada em nove partes:

I. Introdução

II. Objetivos

III. Métodos de estudo

a. Observações da patologia humana e experimentação em animais

b. Estudos Funcionais: Ressonância Magnética Funcional Tomografia por Emissão de Pósitrons e Magnetoencefalografia.

IV. Neuroplasticidade e Aprendizagem

V. Desenvolvimento das estruturas encefálicas envolvidas com a aprendizagem, leitura e linguagem.

VI. A capacidade da leitura está relacionada a regiões específicas do cérebro

VII. Leitura e momento de ativação das diferentes regiões cerebrais durante a leitura

VIII. Estágios iniciais do aprendizado da leitura

a. Processamento fonológico

b. Processamento ortográfico

c. Processamento semântico

IX. Neurobiologia e métodos de ensino da leitura

# I. INTRODUÇÃO

A aquisição da capacidade de efetuar uma leitura eficiente é fundamental para o progresso de uma cultura. Um dos maiores problemas do Brasil e provavelmente o mais grave é o péssimo status educacional da população, e isto tem sido demonstrado repetidamente por meio das avaliações do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), divulgadas pelo Ministério da Educação. Não muito diferente dos anos anteriores, os resultados do SAEB para o ano de 2005 apontam que 59% das crianças finalizaram o quarto ano do ensino fundamental sem ter adquirido um grau de alfabetização razoavelmente adequado. Esses dados podem ter alguma relação com problemas sociais do país, todavia são maiores que aqueles observados em países de nível socioeconômico semelhante, e com certeza também têm relação com a quantidade e tipo de instrução oferecida, de acordo com as avaliações efetuadas pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA do inglês *Programme for International Student Assessment*; http://www.oecd.org/dataoecd/30/17/39703267.pdf), que avalia estudantes de 15 anos de idade, comparando os resultados em testes de matemática, leitura e ciências. Estas avaliações ocorrem a cada três anos, e, nos exames de 2009, os alunos brasileiros obtiveram médias que os colocam na 53ª posição, entre 65 países [1]. Atuações que possam ajudar a minimizar este tipo de problema, obviamente, são de caráter multidisciplinar e implicam atuação dos mais diversos segmentos da sociedade.

Diferentemente da fala ou da marcha, a aquisição da capacidade de leitura corresponde a um processo de complexas adaptações do sistema nervoso, que necessitam de estimulação e orientação externa, ocorrendo de modo mais lento que outros padrões citados, os quais se desenvolvem de modo muito menos dependentes do ambiente externo [2]. Na realidade, a aprendizagem da leitura é baseada no reconhecimento que símbolos representam unidades que quando agrupadas formam palavras, e a aquisição deste conhecimento torna-se mais fácil, quando estas palavras já são de conhecimento prévio do aprendiz. A unidade da escrita conhecida como grafema é o correspondente da unidade sonora, denominada fonema, e esta consciência é fundamental na aquisição da leitura [3]. Esta capacidade é

denominada consciência fonológica e está presente de forma estável em crianças a partir dos cinco anos de idade [2, 4]. Este tipo de percepção representa um passo inicial para o desenvolvimento da capacidade da leitura e está associado à ativação e desenvolvimento de circuitos neurais em regiões específicas do cérebro, que desde a idade pré-escolar já se mostram presentes, localizando-se principalmente em áreas do hemisfério cerebral esquerdo [5-8]. Salientamos que a aquisição da leitura está também relacionada logicamente a outras capacidades como a atenção e memória, que não serão abordadas de modo destacado neste documento.

Todo o processo de aquisição de qualquer informação pelo cérebro passa pelos caminhos sensoriais que permitem "captar" as qualidades do mundo externo e transmiti-las ao sistema nervoso central. O processamento central ocorre em vários níveis de integração, mas, certamente a integração sensório-motora cortical é fundamental para os mecanismos perceptuais. A extensa área cortical humana responsável pela associação de informações sensitivo-sensoriais permite dar sentido às informações que recebemos do ambiente ou que geramos internamente. É o "cérebro" podendo pensar, conhecer, comunicar e decidir [9, 10].

O cérebro humano é estruturado por sistemas complexos bem organizados. No cognitivismo computacional, o cérebro é metaforicamente entendido como um dispositivo que funciona à semelhança de um computador que processa a informação de entrada (*input*) e emite respostas adequadas (*output*). Entretanto, esta concepção simplificada não considera as complexas conexões córtico-corticais e córtico-subcorticais, bem como as vias de associação inter-hemisféricas e o processamento paralelo multi e intersegmentar. O córtex cerebral e o tálamo estão interconectados por uma extensa via de projeções excitatórias (conexões córtico-subcorticais) que mantém a reverberação autossustentada associada aos processos sensoriais, cognitivos, emocionais e motores [10]. Entende-se por reverberação a automanutenção de uma atividade num circuito neuronal após um estimulo transitório [11], e que é fundamental para a geração e persistência do processo cognitivo. Os processos neurobiológicos que participam do processo de aprendizagem foram estudados em animais de experimentação, destacando-se os processos de aquisição e armazenamento da memória, desempenho em determinadas tarefas e aprendizado espacial. Nas últimas décadas o desenvolvimento tecnológico disponibilizou

novos instrumentos que permitem avaliar de maneira não invasiva as funções neurológicas em seres humanos. Assim, tornou-se possível com a utilização da tomografia de emissão de pósitrons (PET, do inglês *positron emission tomography*), da ressonância magnética funcional (RMf) e da magnetoencefalografia (MEG), avaliar a ativação das áreas cerebrais envolvidas na execução de determinadas tarefas. O aporte de novas tecnologias e a investigação interdisciplinar permitiram um importante progresso nos conhecimentos científicos dos processos de aprendizagem da leitura e escrita.

# II. OBJETIVOS

O objetivo do grupo de Neurociências, convidado pela Academia Brasileira de Ciências, é atualizar e divulgar os conhecimentos de como o cérebro atua durante o processo de aprendizado da leitura, de modo que esses dados possam ter um papel significativo como aliado dos educadores, no sentido de facilitar o ensino, seja na escolha de determinada estratégia de ensino, seja na mudança da opção escolhida, quando diante de alunos que, por causas diversas, possam apresentar limitações em um determinado tipo de aprendizado. Nossa intenção é de aprofundar a fundamentação neurobiológica, permitindo ampliar a base de documentos nacionais disponíveis para uma reflexão crítica dos processos de aprendizagem da leitura e escrita.

# III. MÉTODOS DE ESTUDO

***a. Observações da patologia humana e experimentação em animais.***

A observação de pacientes com lesões focais cerebrais foi durante muito tempo a única janela para o conhecimento do cérebro e constitui o método neuropatológico ou anátomo-clínico baseado na constatação de que as lesões cerebrais podem determinar deficits funcionais perceptuais, motores, ou cognitivos. Por outro lado, estudos experimentais de ablação ou estimulação cortical em animais permitiram a correlação anátomo-funcional [10]. Embora o cérebro humano seja uma estrutura complexa composta por áreas com funções bem determinadas, lembramos que geralmente existem muitas interconexões entre diferentes áreas cerebrais, que dificultam as interpretações de experimentos, os quais, muitas vezes não são fidedignamente representativos das situações reais [12-15]. Devemos ter em mente que os experimentos de ablação ou as lesões cerebrais representam em verdade a perda de uma área funcional do cérebro, que também interrompe a conexão com outras áreas do sistema nervoso central, promovendo, portanto, não só a perda da função relacionada à região lesada, mas também à desconexão do circuito envolvido naquela função. Assim, as lesões podem confirmar a “necessidade”, mas não a “suficiência” de uma determinada região cerebral. Além disso, estes “mapas” que dispõem as funções cerebrais relacionadas a regiões específicas do cérebro como se este fosse um mosaico de funções expõem limites precisos entre estas áreas funcionais, o que nem sempre corresponde à realidade [10, 16]. As áreas cerebrais já mapeadas nem sempre correspondem a representações funcionais uniformes ou precisamente delimitadas, podendo haver superposições funcionais [12, 16]. Algumas funções não ficam limitadas a fronteiras rígidas, como é o caso das funções cognitivas que dependem de amplas áreas do cérebro e de conexões e associações entre elas. O processo de informação central também envolve os mecanismos atencionais, de memorização e afetivos relacionados à motivação.

***b. Estudos Funcionais: Ressonância Magnética Funcional, Tomografia por Emissão de Pósitrons e Magnetoencefalografia.***

Para estudos diretamente relacionados à investigação das funções cerebrais, a ressonância magnética funcional (RMf) tem sido a técnica de escolha. A RMf se sustenta nos mesmos princípios físicos da ressonância magnética (RM), que permitem a construção de imagens tomográficas detalhadas do cérebro. A molécula de hemoglobina completamente desoxigenada possui uma susceptibilidade magnética aproximadamente 20% maior do que a hemoglobina completamente oxigenada [17]. O contraste entre as imagens com sangue oxigenado e com sangue venoso foi posteriormente denominado "contraste BOLD" (do inglês, *Blood-Oxygenation-Level Dependent*) e é utilizado em exames de rotina de RMf. O aumento da atividade neuronal decorrente de determinada tarefa ou ação realizada pelo sujeito causa um discreto aumento da extração de oxigênio pelos tecidos e um grande aumento da perfusão cerebral regional. Por consequência, ocorre um aumento da concentração de oxihemoglobina em relação à desoxihemoglobina, o que finalmente determina aumento do sinal $T_2$*. O desafio tem sido superar as suas limitações técnicas: a) O sinal BOLD é fraco. A variação de sinal na prática em tarefas motoras (que tipicamente produzem os sinais mais intensos) é da ordem de 0,5-3% na maior parte dos equipamentos atualmente instalados; b) É uma medida indireta de atividade neuronal, e o mecanismo que correlaciona às variáveis de atividade neuronal e de intensidade de sinal BOLD ainda não é completamente entendido; c) Tanto o movimento de cabeça como o ruído dentro do aparelho de RM comumente causam artefatos; d) Ainda existe grande variabilidade inter- e intrassujeitos [18, 19] maior que entre os equipamentos de RM [20]. Para superar todas essas dificuldades, pesquisadores passaram a aplicar métodos estatísticos à RMf, de forma semelhante à já realizada em estudos de PET. A forma de lidar com as incertezas listadas acima passou a ser a obtenção de muitas imagens do cérebro em diferentes "estados" ou "condições", organizados em "paradigmas", para que a diferença entre elas pudesse ser estatisticamente determinada [21]. O mais simples desses paradigmas é o "paradigma em bloco". No paradigma em bloco, duas ou mais condições são comparadas em uma mesma sequência através de dois ou mais blocos. Sujeitos podem alternar blocos de tarefa propriamente dita (como mexer a mão, por exemplo),

com blocos de controle. As imagens obtidas durante cada um dos tipos de blocos podem então ser comparadas estatisticamente [17]. Os estudos com RMf detectam áreas de ativação como parte de uma complexa rede neural: não devemos incorrer nos mesmos erros anteriores e construir uma “nova frenologia” baseada num “mosaico” funcional sem interpretarmos a participação das conexões amplas entre as áreas corticais e subcorticais [10]. Os exames com capacidade de avaliação de alterações hemodinâmicas e metabólicas como a RMf e o PET permitiram uma localização muito precisa destas regiões cerebrais envolvidas no ato da leitura.

Por outro lado, técnicas de medicina nuclear com o uso de PET ou SPECT (do inglês, *Single Photon Emission Computed Tomography*) foram inicialmente utilizadas, e hoje ainda o são, mas apenas em algumas aplicações específicas, para avaliar alterações metabólicas (ex. PET) ou de fluxo sanguíneo (ex. SPECT), associado ao aumento de atividade neural [22]. Atualmente essas técnicas são mais utilizadas em estudos de neuroimagem molecular, que mostram o estado e disponibilidade de receptores ou transmissores neurais. Dessa maneira, temos a possibilidade de investigar os componentes químicos e ultraestruturais do cérebro de maneira específica.

O PET permite obter imagens tridimensionais de processos funcionais no ser vivo. Certas substâncias são emissoras de pósitrons, e, por sua vez, quando um desses é emitido imerso na matéria, ele viaja uma pequena distância e então interage com um elétron do meio. A interação de matéria com antimatéria resulta na completa aniquilação de ambas as partículas. Devido à conservação de energia e momento, suas massas são convertidas em um par de fótons que viajam em direções opostas. A detecção simultânea desses *fótons* emitidos indiretamente pelo radioisótopo (radiotraçador) emissor de pósitrons torna possível a produção de imagens tomográficas. Assim, quando introduzimos no corpo uma molécula emissora de pósitrons e biologicamente ativa, o sistema detecta esse par de fótons e as imagens da concentração do radiotraçador que é introduzido no corpo são reconstruídas por análise computadorizada. Se a molécula biologicamente ativa escolhida para o PET for a $^{18}$F-flúor-deoxi-2-glicose ($^{18}$FDG), um análogo da glicose, as concentrações do radiotraçador expressam a atividade do tecido em termos de captação regional da glicose. Quando se quer, por exemplo, estudar a função de determinados

receptores cerebrais, são usados radiotraçadores que se ligam quimicamente a esses receptores. Normalmente esses radiotraçadores se distribuem em proporção direta com o fluxo sanguíneo ou o consumo de glicose no cérebro, os quais representam medidas fiéis do funcionamento cerebral regional. Atualmente tem-se usado radiotraçadores, antagonistas de tipos específicos de receptores cerebrais ou bloqueadores pré-sinápticos. Esses novos radiotraçadores permitem a construção de imagens tomográficas de PET e SPECT que correspondem à distribuição muito específica tanto de receptores [23, 24] quanto neurotransmissores [25]. Assim, é possível mapear os terminais pré-sinápticos dopaminérgicos, os receptores dopaminérgicos D1 e D2, os receptores serotonérgicos 5-HT1Ae 5-HT2, os receptores GABA-érgicos, colinérgicos e dos opioides, entre outros. O PET não mostra as regiões anatômicas tão bem quanto a RM [26], mas é excelente para mapear a expressão metabólica associada à atividade cerebral. A utilização dessas técnicas permite avaliar o estado "químico" ou ultraestrutural em pacientes ou indivíduos em desenvolvimento e podem contribuir principalmente para o entendimento dos mecanismos bioquímicos cerebrais, e assim investigar a influência de medicações ou de terapias de intervenção em aprendizado ou distúrbios de desenvolvimento.

A magnetoencefalografia (MEG) analisa as correntes elétricas e os campos magnéticos gerados pelo fluxo de íons intra e extracelulares nos circuitos neurais envolvidos em uma determinada atividade, que são interpretados como potenciais evocados, na forma de ondas [27]. Esse tipo de avaliação permite uma precisão temporal única para o ato sendo analisado, alem de produzir vetores direcionais a respeito do fluxo magnético, o que a difere, entre outras propriedades, da eletrencefalografia. Os estudos funcionais com MEG baseiam-se em aplicar tarefas e avaliar a variação do campo elétrico e magnético relacionados a esses eventos. A técnica tem excelente resolução temporal, permitindo seguir a sequência de participação de cada área cerebral na ordem de milissegundos de precisão. Há dificuldades, porém, em registrar atividade cerebral profunda e de localização espacial. Para a localização anatômica do sinal medido na MEG, são realizados mapas de probabilidade onde o resultado da MEG é mostrado em imagens do encéfalo obtidas por RM, estimando-se as regiões que potencialmente seriam a fonte do sinal medido (Mapeamento por MEG). Essa localização espacial tem, portanto, alguma parcela de imprecisão.

A Figura 1 demonstra a análise temporal da leitura, através de dados obtidos pela MEG em uma criança com risco para dislexia, demonstrando o papel deste exame, que acoplado aos dados anatômicos da RM permitirão uma interpretação mais adequada do que realmente ocorre em situações específicas.

Desta maneira, as diferentes técnicas de imagem cerebral são hoje complementares. Pode-se pensar que a precisão espacial (a capacidade de dizer o local), é mais precisa quando se utiliza a RMf, e a precisão temporal (a capacidade de dizer quando) é mais precisa através da MEG. Técnicas de SPECT e PET nos ajudam a entender a composição química e distribuição de receptores específicos em sinapses cerebrais, mas ambas têm dificuldades tanto em precisão espacial, quanto temporal. Cabe ao neurocientista interpretar o grande volume de informação gerado dentro deste cenário para entender melhor um fenômeno, frequentemente baseando-se em mais que uma técnica (avaliação multimodal), e assim chegar à resposta científica.

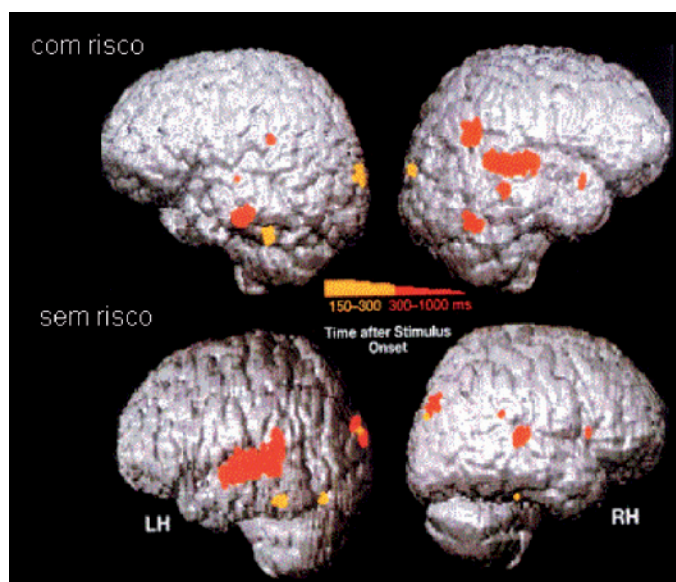



***Figura 1:*** ***Magnetoencefalografia durante teste de decodificação fonológica em crianças [28]. a) de uma criança sem distúrbio de leitura e b) de uma criança com distúrbio de leitura. A atividade detectada após 200ms, que representa o momento inicial da decodificação fonológica, está representada em vermelho e está claramente diminuída no hemisfério esquerdo (LH) do paciente com dislexia, onde se observa ainda maior ativação do hemisfério direito (RH). Modificado de Papanicolau e colaboradores 2003 [29] -*** *A utilização da imagem foi autorizada pelo autor: PG. Simos.*

# IV. NEUROPLASTICIDADE E APRENDIZAGEM

A Neuroplasticidade é a adaptação funcional/estrutural que minimiza ou reverte os efeitos das alterações estruturais (lesionais) ou funcionais do sistema nervoso e que também permite a aquisição do conhecimento. Este processo envolve a (1) reparação [30-34], a (2) reorganização ou rearranjo estrutural [30, 33, 34], a (3) sinaptogênese reativa como o denominado "brotamento" dos terminais axônicos [9, 35] e (4) a neurogênese [32, 36-40]. Paralelamente a este processo de reorganização morfofuncional, ocorrem modificações nas sinapses químicas, por períodos curtos ou longos (plasticidade sináptica) para o qual concorrem modificações moleculares intraneuronais e processos extrínsecos (ambientais) que também podem modificar a funcionalidade neuronal [41-43]. O potencial de ação no terminal pré-sináptico promove a liberação do neurotransmissor na fenda sináptica que se irá acoplar aos receptores da membrana pós-sináptica; da interação do neurotransmissor com o receptor da membrana pós-sináptica resultarão as trocas iônicas e a conversão do fenômeno químico em elétrico, com o aparecimento dos potenciais pós-sinápticos. As modificações na eficiência da transmissão sináptica, principalmente a potencialização de longa duração (LTP do inglês, *Long-term potentiation*), acompanham os processos de aprendizado e de memória [10, 42].

A plasticidade cerebral durante o processo de aquisição da leitura provavelmente induz outras modificações no circuito neural envolvido com o aprendizado. Assim, as funções de memória são armazenadas no hipocampo por semanas ou meses e através do processo de consolidação são transferidas e armazenadas no neocórtex temporal. Durante este processo, as modificações nas conexões neurais permitem que se aprenda a solucionar novos problemas. Isto é de extrema importância para a memória, aprendizagem e outras funções simbólicas do cérebro demonstrando a contínua plasticidade de alguns circuitos neurais com o aprendizado. Este processo é fortemente dependente de fatores neurobiológicos, genéticos e ambientais/familiares [44]. Deve-se enfatizar que mesmo na idade adulta há redistribuição das funções sensório-motoras dependentes

de treino. Assim, pacientes leitores com Braille, apresentam maior representação sensorial e motora para a área do dedo indicador (dedo utilizado na leitura) quando avaliados por estimulação magnética transcraniana (TMS do inglês *transcranial magnetic stimulation*) e Potenciais evocados somatosensoriais [45]. Em músicos de instrumentos de corda ou teclado foi evidenciado aumento do sulco do giro pré-central como um correlato da expansão da área motora nestes indivíduos e inversamente relacionado à idade do início deste treinamento musical [46]. Embora a macroestrutura do encéfalo seja relativamente constante, a complexa microestrutura pode ser significativamente modelada pelo ambiente antes do nascimento, durante o desenvolvimento do indivíduo e mesmo durante toda a sua vida. A maioria dos estudos foram realizados com animais de experimentação, principalmente com roedores, onde o ambiente era enriquecido com objetos, estímulo à atividade física etc., evidenciando um melhor desempenho em atividades de aprendizagem e no desenvolvimento cortical; o mesmo é evidenciado quando se comparam animais com adequada disponibilidade de alimentos com aqueles em que foi induzida alguma deficiência [47]. Jacobs e colaboradores (1993), estudando a área de Wernicke obtidas de cérebro de indivíduos que tiveram maior educação formal, comparado com aqueles com menor nível educacional, demonstraram maior densidade de dendritos nos primeiros [48].

Nos organismos multicelulares, o genoma celular é homogêneo, mas pode sofrer modificações com o desenvolvimento. Estas modificações podem ocorrer devido à expressão de determinados genes, que será transmitida pela mitose. As modificações estáveis são denominadas de "epigenéticas" por poderem ser herdadas e não são decorrentes de mutação do DNA. Nos últimos anos, dois mecanismos moleculares relacionados com o processo epigenético foram muito estudados: a metilação do DNA e as modificações das histonas. Portanto, o processo epigenético permite ao organismo responder a modificações do ambiente pela expressão de determinados genes [49]. Estas pesquisas reforçam a importância do ambiente e principalmente do estímulo ambiental no desenvolvimento do cérebro e consequentemente da aquisição do conhecimento, desenvolvimento de habilidades e do comportamento.

# V. DESENVOLVIMENTO DAS ESTRUTURAS ENCEFÁLICAS ENVOLVIDAS COM A APRENDIZAGEM, LEITURA E LINGUAGEM

***V.A- Desenvolvimento de estruturas regionais***

Nos dois primeiros anos de vida ocorre o desenvolvimento mais acentuado do cérebro: o seu peso duplica, há aumento importante do volume da substância branca e do grau de mielinização e um aumento menor do volume da substância cinzenta [50, 51]. Além disso, há aumento importante do volume hipocampal [51, 52]. Até os oito anos de vida ocorre um aumento lento do volume da substância cinzenta pré-frontal que depois se acelera entre oito e 14 anos [53]. A rápida formação de sinapses inicia-se nos primeiros meses de vida pós-natal e atinge o máximo de densidade aproximadamente aos três meses no córtex sensorial, e entre dois e 3,5 anos no córtex frontal [54, 55]. É importante salientar que os cuidados dos pais, o ambiente, as interações sociais e afetivas etc. podem influenciar este desenvolvimento. Dados experimentais demonstram a influência ambiental na formação sináptica e organização cortical: animais que se desenvolvem em meio enriquecido apresentam maior densidade sináptica em determinadas áreas do cérebro quando comparados com os animais que se desenvolveram em meios não enriquecidos [56].

***V.B- Desenvolvimento do comportamento e aprendizagem***

As bases neurobiológicas para o desenvolvimento comportamental e aprendizagem envolvem múltiplas plataformas de investigação. A convergência dos dados de diversos grupos de pesquisa mostra um cenário de constantes mudanças, e que atualmente está alicerçado em alguns achados com maior grau de reprodução entre os pesquisadores.

O sistema de linguagem é composto por vários subsistemas, mas abordaremos aqui aqueles mecanismos concernes à leitura principalmente. Por outro lado, o sistema de aprendizagem é talvez ainda mais complexo, mas há indícios que sugerem forte interação com linguagem, e principalmente quando analisamos os

estudos de pacientes com lesões cerebrais ou alterações comportamentais.

### *Sistemas de Neurônios Espelho*

"Neurônios espelho" fazem parte de um sistema formado por grupos de neurônios que foram descobertos e nomeados há aproximadamente dez anos [57]. Descobriu-se que uma classe de neurônios que disparam quando os chipanzés executam ações dirigidas a metas, como apanhar um objeto, também disparam quando estes observam outros indivíduos executando ações similares. Atualmente é bem conhecido que observação de ações causa no observador ativação automática do mesmo mecanismo neural disparado pela ação executante. Um grupo de pesquisadores [57, 58] propôs que este mecanismo permitiria a compreensão da ação de uma forma direta. Alguns autores defendem a tese de que a imitação e a compreensão de outras funções mentais poderiam estar relacionadas à ativação de circuitos "em espelho". Os neurônios espelho foram descobertos em primatas em região parietal posterior, reciprocamente conectado com a área F5 [59]. O sistema neuronal humano tem sido descrito como HMNS (do inglês, *Human Mirror Neuron System*) e há evidências de interação da área de Broca (relacionada aos mecanismos de linguagem descritos) e a área motora primária M1 [60]. Esta interação é entendida como base para aprendizado. A observação de ações realizadas por outros e reproduzidas internamente produz resposta dos sistemas neurais motor e de linguagem de maneira integrada, e envolve racionalização e concepção imaginativa menos intensa para realização do ato. Assim, este sistema poderia estar relacionado à capacidade de integração de estímulos no contexto de aprendizado.

### *Sistemas de Linguagem*

Há três modelos de linguagem descritos: o modelo do século 19, que descreve o modelo neurológico com a anatomia e os componentes cognitivos do processamento auditivo e visual de palavras, e dois modelos cognitivos do século 20, que não são restritos pela anatomia e enfatizam duas diferentes rotas de leitura que não estão presentes no modelo neurológico. As mais recentes séries de estudos com neuroimagem mostram que, conforme predito pelos neurologistas do século 19, a repetição de palavras apresentadas, de modo verbal ou visual, envolve a região posterior da borda do

sulco temporal superior e na borda posterior entre o giro frontal inferior e a ínsula anterior à esquerda. Apesar de estudos neuropsicológicos e psicolinguísticos mostrarem o envolvimento das áreas perisilvianas anteriores como geradoras e posteriores como "receptoras" (Broca e Wernicke, respectivamente), estudos de neuroimagem funcional têm mostrado consistentemente que a área de Broca está envolvida em percepção auditiva de palavras e repetição [61]. Por outro lado, o pico de atividade na região frontal anterior em resposta às palavras ouvidas é mais associada à repetição e mais localizada na sub-região 45 de Brodmann. A atividade da área de Broca é mais sutil e complexa que da área de Wernicke, a qual é mais frequentemente demonstrada com diversas modalidades de estímulos [62]. Além disso, é frequente a identificação da região posterior inferior temporal bilateral, e mais à esquerda, durante tarefa de nomeação, desta maneira relacionada à segunda via de leitura, conforme predito pelos modelos cognitivos do século 20. Esta região e sua função não foram descritas pelos neurologistas do século 19, muito provavelmente pela dificuldade devido à raridade de lesões seletivas nesta área. Por outro lado, o giro angular, previamente relacionado ao processamento visual da palavra, também tem sido implicado como parte de um sistema semântico distribuído que pode ser "acessado" durante o processamento de objetos e faces, além da fala. E mais, há outros componentes do sistema semântico incluindo várias regiões, novamente nas áreas dos giros temporais inferiores e médios, e lobo occipital [63].

Destas novas teorias, que emergiram em grande parte a partir de estudos de neuroimagem, um modelo anatomicamente plausível de processamento de linguagem foi proposto, e que integra as regiões anatômicas clássicas do século 19 às informações dos modelos cognitivos [62].

Por outro lado, o processo de leitura tem sido muito mais pautado pelo reducionismo experimental focado em palavras. Progresso em desvendar o processamento de linguagem depende da integração de dados comportamentais e neuropsicológicos, nem sempre possíveis em setup experimental para neuroimagem [64]. Além de tais considerações, há necessidade de levar em conta a integração entre estas áreas, além da compreensão da hierarquia de sistemas. Destacaremos abaixo as três principais regiões do sistema nervoso central envolvidas nos

processos de linguagem. Esta abordagem é contextualizada tendo em vista os distúrbios de aprendizagem.

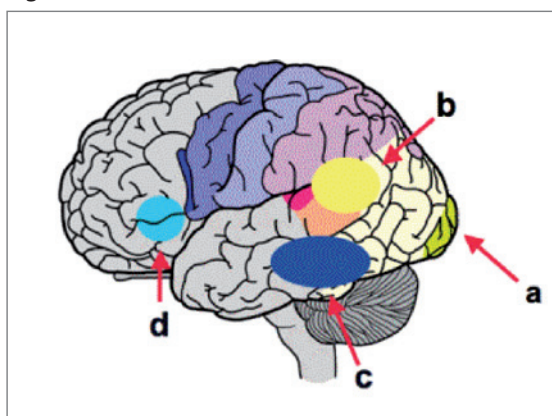
Quando avaliamos os distúrbios que podem determinar dificuldades com o processo de leitura, identificamos duas classes (1) sensório-motor, i.e aqueles relacionados a deficits auditivos, visuais e/ou motores, e o (2) fonológico. De modo simplificado, todo o processo de aprendizagem envolve a atenção, a percepção, as funções simbólicas como a linguagem e praxias, os processos de raciocínio, memorização e as funções executivas.

As funções simbólicas e as executivas dependem do córtex associativo, e seu processamento é cortical, com fortes interações subcorticais. A linguagem é o sistema de simbolização prototípico. O estudo da aquisição da linguagem é um excelente paradigma para a compreensão do desenvolvimento da cognição em seres humanos [65]. A função da linguagem tem a maior parte dos substratos neurais localizados no hemisfério cerebral dominante. Na imensa maioria dos indivíduos (mais de 90%), este é o hemisfério cerebral esquerdo. A expressão verbal depende da área de Broca localizada no giro frontal inferior; no córtex das bordas posteriores do sulco temporal superior encontra-se a área de Wernicke, classicamente responsável pela compreensão e interpretação simbólica da linguagem. Os estudos de neuroimagem para entender as bases biológicas da leitura nos permitem conhecer os mecanismos cognitivos do aprendizado em geral. O processo de leitura depende da decodificação das palavras, fluência e compreensão da escrita. Neste processo, ocorre inicialmente a análise visual, dependente, portanto, deste sistema sensorial e da atenção seguida do processamento linguístico da leitura, para a associação grafema-fonema (correspondência grafofonêmica) e leitura global da palavra. Participam a região occipital onde se localiza o córtex visual primário, associada ao processamento dos símbolos gráficos e áreas do lobo parietal, associadas à função viso-espacial diretamente relacionadas ao processo gráfico.

# VI. A CAPACIDADE DA LEITURA ESTÁ RELACIONADA A REGIÕES ESPECÍFICAS DO CÉREBRO

A importância do hemisfério esquerdo na atividade da leitura em adultos já é conhecida desde o final do século XIX, quando Déjerine relacionou lesões dos giros angular, supramarginal e temporal superior esquerdo com quadros de perda da capacidade da leitura [66]. Nos últimos anos vários estudos têm mostrado resultados na mesma direção, de um grande número de inferências previamente realizadas por Déjerine sobre os aspectos neurobiológicos da leitura; outros pesquisadores interpretando os distúrbios adquiridos da leitura, decorrentes de lesões cerebrais, apresentam resultados que se alinham com esse conceito [67-71]. As estruturas neurais relacionadas à leitura estão distribuídas principalmente no hemisfério cerebral esquerdo, incluindo a região occipital, temporal posterior, giros angular e supramarginal do lobo parietal e o giro frontal inferior e estas áreas são ativadas em diferentes tipos de situações que ocorrem durante a leitura. A Figura 2 demonstra de modo esquemático as principais regiões cerebrais envolvidas no processamento da leitura.

Figura 2

***Figura 2.** Representação didática das áreas cerebrais associadas à leitura: a) Área visual primária, situada nos lobos occipitais de ambos os hemisférios, que está associada à percepção visual da palavra a ser lida; b) Porção posterior do giro temporal superior, giros angular e supramarginal, que estão associadas ao processo de análise fonológica de uma palavra, ou seja, na segmentação das unidades que a compõe; c) Junção dos lobos temporal (mais inferiormente) e occipital, que são consideradas áreas secundárias da visão, destacando-se mais especificamente os giros lingual e fusiforme, além de partes do temporal médio, que estão associadas ao ato da análise visual da palavra. Especula-se que faça parte de processos de interpretação direta da palavra, ou seja, da transferência da análise ortográfica para o significado; e d) Giro frontal inferior esquerdo ("área de Broca"), que participa no processo de decodificação fonológica.*

De modo didático, podemos citar a presença de dois circuitos principais no cérebro (Figura 3), que são ativados quando uma palavra escrita é visualizada pelo córtex responsável pela visão: o circuito temporoparietal e o circuito temporo-occipital; e ainda devemos salientar o importante papel do giro frontal inferior (área de Broca), que atua em determinadas situações, associadamente ao circuito temporoparietal.

### *VI.A. Circuito Temporoparietal*

A informação da palavra previamente processada pelo córtex da visão é "transmitida" por este circuito para áreas do parênquima encefálico na região correspondente à junção dos lobos temporal e parietal esquerdo, mais precisamente para porções mais posteriores dos giros temporal superior, angular e supramarginal, (Figura 2 – b); inclui também áreas do giro frontal inferior (Figura 2 – d), que são ativadas principalmente durante o processo de análise fonológica de uma palavra, ou seja, na segmentação das unidades que a compõe, que implica a transformação do grafema para o fonema [72]. Estas áreas estão associadas ao processo de decodificação da palavra durante a leitura em seus menores segmentos, que são as letras, as quais são correlacionadas com os seus respectivos sons. Assim, após a visualização da palavra "BOLA" (pelas regiões occipitais), os quatro símbolos alfabéticos são "analisados" na região temporoparietal, a qual efetua a correlação dos sons "be + o + ele + a", com as suas letras correspondentes.

A área de Broca (no giro frontal inferior, correspondente às áreas de Brodmann 44- *pars opercularis* e 45 - *pars triangularis*) também tem participação no ato da leitura, quer seja silenciosa ou em voz alta, quando estão ocorrendo os processos de decodificação e recodificação fonológica e provavelmente está associada à formação da estrutura sonora, através da movimentação dos lábios, língua e aparelho vocal [62, 63, 73]. Alguns autores, avaliando crianças de sete a 17 anos de idade, sem qualquer problema de aprendizado, observaram que durante testes de leitura, nas fases mais iniciais do aprendizado da leitura, ocorria maior participação das áreas do circuito parieto-temporal e também do giro frontal inferior, e em contrapartida, observaram menor participação das áreas do circuito temporo-occipital. Por outro lado, estes autores também registraram maior participação das áreas temporo-occipitais nas crianças de maior idade. Estas regiões cerebrais envolvidas principalmente durante as fases iniciais do aprendizado da leitura são as áreas estimuladas, independentemente da idade e da capacidade do leitor, diante de testes com pseudopalavras (Figura 3). Pseudopalavras correspondem às junções de letras que apesar de inexistentes na ortografia da língua do indivíduo avaliado e não terem qualquer significado, obedecem às regras gerais de ortografia e pronúncia desta língua [61, 74]). Exemplos de pseudopalavras na língua portuguesa

são frinte, cocarelo, porate, sambrinha, que correspondem a aglutinações de letras de modo que a formação não pudesse ser previamente conhecida e memorizada pelo paciente avaliado. Salientamos que para a leitura destas pseudopalavras é necessário que seja efetuada uma decodificação fonológica adequada, salientando-se a importância de um adequado funcionamento das vias do circuito anterior.

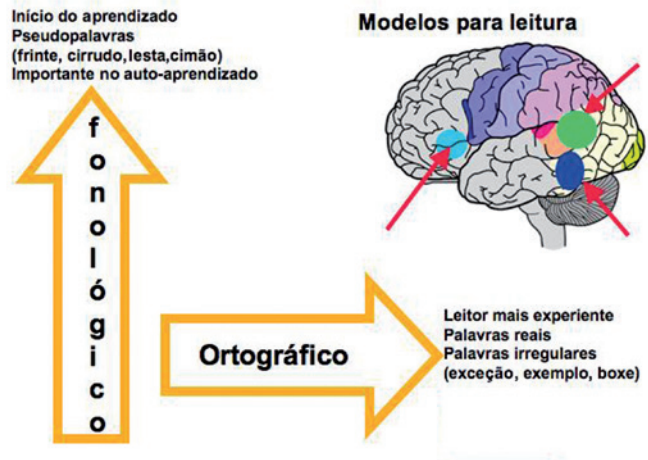
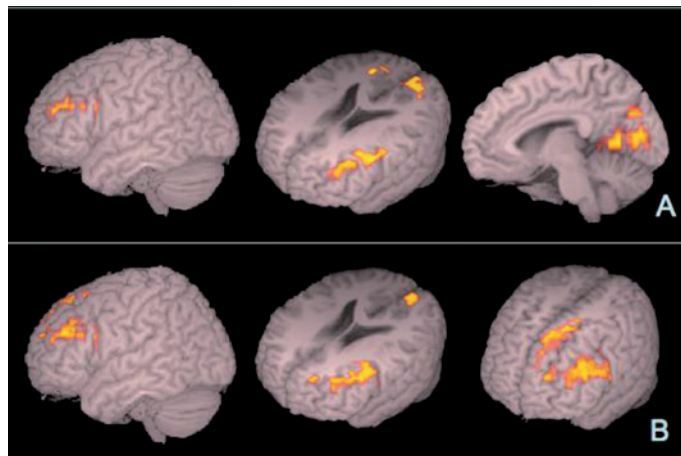
*Figura 3: Esquema representativo dos circuitos cerebrais para a realização do processamento fonológico e ortográfico das palavras*

Vários estudos com PET, RMf e MEG têm demonstrado a ativação destas regiões (temporoparietal e frontal) durante a realização de testes de consciência fonológica [74-84]. A leitura de palavras irregulares tem áreas cerebrais diferentes associadas quando comparada ao processo de leitura de palavras regulares, mesmo quando realizada leitura em diferentes sistemas de escrita, por exemplo, em japonês (Figura 4).

*Figura 4: Áreas cerebrais relacionadas à leitura de palavras (A) e pseudopalavras (B). As áreas são semelhantes, porém não idênticas. Mais detalhes encontram-se em Senaha et al [75].*

Esta observação implica a existência de vias diferentes para processos de leitura que acontecem em um mesmo sistema de escrita. Mais ainda, durante a leitura de um texto, estes sistemas interagem e dividem áreas cerebrais enquanto o significado global da mensagem é processado em um sistema comum. Assim, pode-se inferir que o modo de ensino (ou de aprendizado) da leitura pode influenciar os mecanismos cerebrais envolvidos na compreensão do significado. Diferentes formas de ensino envolvem processos que podem afetar um ou outro mecanismo. Devemos reforçar que embora existam duas rotas no cérebro para a palavra escrita (rota lexical, ou logográfica e rota perilexical, ou fonema-grafema) não necessariamente o processo seja "sequencial"; provavelmente, à luz dos conhecimentos atuais, este processo seja "paralelo" [85, 86]

Consciência fonológica é a capacidade de se raciocinar explicitamente sobre os sons da língua, de manipular os sons isolados da linguagem falada, ou seja, é a capacidade de reconhecer o fonema como a menor unidade sonora. A consciência fonológica das crianças pode ser analisada com testes que avaliam a capacidade de soletrar, de reconhecer e formar rimas, de identificar palavras que começam com uma mesma letra, de identificar o primeiro e o último som de uma palavra e de criar novas palavras após a retirada de uma letra de outra "palavra" previamente fornecida. As crianças em idade pré-escolar podem ser avaliadas neste quesito por meio de testes que correlacionem a identificação da correspondência dos sons das letras ou ainda pela formação de rimas mais simples.

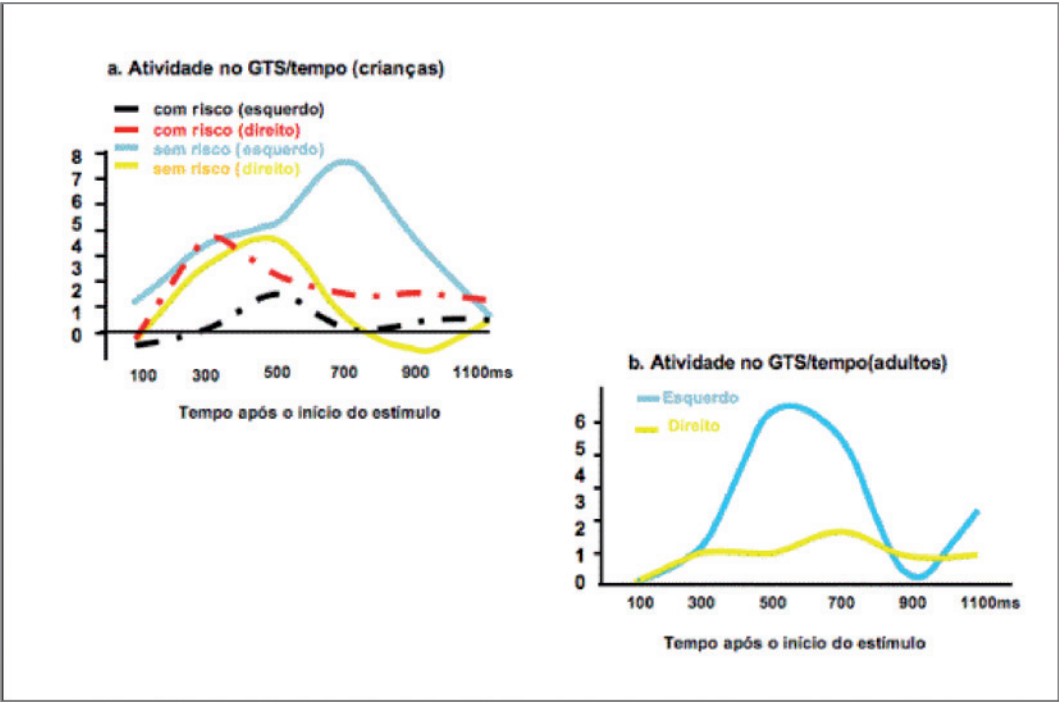
A ativação destas regiões (temporoparietal e frontal) ocorre previamente à interpretação do significado da palavra lida [76]. Deste modo, a interpretação semântica da palavra ocorre apenas após a decodificação da mesma e é efetuada em áreas do giro temporal médio ventral inferior [87]. Apesar de vários estudos relacionarem o papel do córtex parietal inferior esquerdo (giros supramarginal e angular) durante a decodificação fonológica [76, 77], outros estudos [78, 79] sugerem que estas regiões atuam apenas com função de suporte para a leitura, funcionando como um "armazém" de unidades fonológicas para o processamento mais imediato da memória operacional.

### *VI. B. Circuito Temporo-occipital ou via direta*

Uma segunda região com papel importante na atividade da leitura está localizada nas junções dos lobos temporal e occipital esquerdo, que são consideradas áreas secundárias da visão, destacando-se mais especificamente os giros lingual e fusiforme e partes do giro temporal médio, que são ativados principalmente durante a análise visual da palavra, permitindo uma interpretação mais imediata direta da palavra, ou seja, é efetuada uma transferência direta e praticamente simultânea da análise ortográfica para o significado (Figura 2c) [80]. Esta via, conhecida como direta ou léxica, é ativada durante a leitura de palavras regulares (que apresenta correspondência entre letra e som) e mais frequentemente utilizadas, ou seja, em um momento de maior experiência do leitor-aprendiz, que já teve contacto com elas por inúmeras vezes, como "GATO, BOLA, PATO, MACACO", estas palavras passam a ser analisadas de modo mais automático [75, 81]. Nesta região estariam armazenadas todas as informações importantes sobre estas palavras, necessárias para soletrá-las, pronunciá-las ou compreendê-las de modo simultâneo. Assim a identificação das palavras vai ocorrer em um tempo significativamente inferior ao que ocorre durante a leitura de uma palavra desconhecida, que é realizada através da via indireta. Quanto mais palavras são armazenadas nesta região, pela prática repetitiva, mais fluente será a leitura. Está região cerebral participa também na análise de palavras irregulares, as quais não representam estrutura sonora da língua, necessitando ser conhecidas através de processos de memorização, como "EXCEÇÃO, EXEMPLO, HOJE, AMANHÃ, BOXE OU VEXAME" [82]. Está região estaria representando um sistema de identificação da palavra baseado na memória da forma da mesma. Assim, crianças pré-escolares expostas à palavra coca-cola, como representada simbolicamente pelo fabricante, a reconhecem rapidamente, o que não ocorre quando estas mesmas letras estão escritas em letra bastão, por exemplo.

# VII. LEITURA E MOMENTO DE ATIVAÇÃO DAS DIFERENTES REGIÕES CEREBRAIS DURANTE A LEITURA

Os estudos de Papanicolaou e colaboradores [29, 83, 84] utilizando mapas por magnetoencefalografia demonstraram que a lateralidade da linguagem na verdade não era tão marcada como se imaginava, e que também se observa a ativação do hemisfério não dominante, porém, em menor intensidade. A MEG permitiu obtermos dados em tempo real do que ocorre durante o ato da leitura. Nos primeiros 150ms após a visualização de uma palavra, há um componente inicial que representa a ativação do córtex sensorial primário da visão. No intervalo entre 100 e 150ms, observa-se ativação bilateral dos giros temporal superior, que inclui o giro de Heschl. No intervalo entre 150-300ms ocorre a ativação de regiões corticais occipito-temporal e temporal basal bilateralmente, todavia predominando à esquerda, principalmente no giro temporal médio. Logo em seguida ocorria a ativação das regiões cerebrais temporal superior, parietal inferior e frontal inferior, também predominando à esquerda (Figura 5).

**Figura 5***: Padrão de ativação cerebral durante os estágios iniciais da aquisição da leitura. A) Durantes provas de decodificação neurológica em crianças com e sem risco para distúrbio da leitura; B) Padrão de ativação cerebral em adultos, sem distúrbio de leitura, durante provas de decodificação neurológica. GTS: Giro temporal posterior (adaptado com autorização de Simos et al, 2002).*

Salientamos que os estudos com MEG não evidenciam a participação das áreas frontais, que só foram identificadas através dos estudos de RMf.

Dificuldades de aprendizagem referem-se a alterações no processo de desenvolvimento do aprendizado da leitura, escrita e raciocínio lógico-matemático, podendo estar associadas a comprometimento da linguagem oral. A dificuldade específica na realização da leitura e da escrita decorrente da dificuldade em decodificar palavras isoladas e não resultantes de um distúrbio global do desenvolvimento ou alterações sensoriais é denominada de dislexia. Os estudos realizados com RMf mostram que o córtex temporo-parietal esquerdo está envolvido no processo de aquisição fonológica tanto em crianças quanto em adultos e pode estar interrompido durante o processamento fonológico em pacientes disléxicos adultos e crianças [88, 89]. Em pacientes disléxicos observa-se redução de atividade no giro temporal superior esquerdo durante o processo de leitura e de processamento fonológico [88, 89]. Estes achados estão de acordo com as primeiras observações de Galaburda quanto à ocorrência de heterotopias neuronais em pacientes disléxicos, sugerindo interrupção ou deformação da rede neuronal envolvida no processamento da leitura [69, 71, 90-93]. Outras áreas, tais como o giro frontal inferior esquerdo, também estão envolvidas com o processo de leitura e discute-se uma possível divisão funcional conforme o envolvimento com os processos semânticos e os fonológicos [62]. Estes sistemas de processamento não são específicos, eles também estão envolvidos em diferentes tarefas; isto supre um mecanismo pelo qual o aprendizado da leitura afeta o desempenho de tarefas de não leitura tais como a repetição de pseudopalavras. O giro fusiforme direito envolvido no reconhecimento de faces e constituindo o que denominamos de córtex visual extraestriado abriga os processos relacionados à aptidão para o aprendizado da leitura [74].

# VIII - ESTÁGIOS INICIAIS DO APRENDIZADO DA LEITURA

a. Processamento fonológico
b. Processamento ortográfico
c. Processamento semântico

O aprendizado da leitura não é tão natural como o da linguagem falada ou da marcha, conforme já apontamos anteriormente. Ele ocorre através de uma série de estágios, nos quais novas habilidades são adquiridas gradativamente. Inicialmente a criança adquire um vocabulário ao ouvir as pessoas ao seu redor e ao praticar através da repetição. A criança em idade pré-escolar passa a identificar uma correlação entre determinados sons como representativos de determinadas letras, que aos poucos vão lhe sendo apresentadas. A percepção do fato de que a fala é composta da associação dos diferentes sons, que são os fonemas, e que estes são representados na escrita pelas letras, em última análise é o princípio alfabético e corresponde ao início da consciência fonológica, fundamental para o aprendizado da leitura e que precisa ser ensinado [2].

O estudo citado anteriormente (Estudo NRP do inglês *National reading Panel*, 2000, http://www.nichd.nih.gov/publications/nrp/smallbook.htm) reafirmou conceitos previamente firmados de que a consciência fonológica e o conhecimento das letras aos cinco anos de idade seriam os dois principais fatores preditivos para o aprendizado da leitura [94, 95]. O sistema alfabético é muito eficiente, pois um pequeno número de letras pode ser utilizado com diferentes associações de modo a formar um número enorme de palavras. Todavia, o aprendizado do princípio alfabético não é tão fácil, pois em primeiro lugar os fonemas na verdade apresentam um grau de abstração, nem sempre tão fácil de ser adquirido por todas as crianças e, além disso, não representam os segmentos naturais da fala, que é mais silábica. Soma-se a estes pontos ainda o fato de existirem mais fonemas que letras, já que o som emitido para representar uma determinada letra pode variar, dependendo das outras letras próximas ou de um acento, como por exemplo, na palavra "POLO", na qual a letra "O" tem dois sons diferentes. E esta dificuldade varia muito de uma língua para outra, já que existem algumas com um número imensamente maior de sons como o inglês, que tem 44 tipos de sons (fonemas) para as 26 letras existentes,

porém mais de mil possibilidades diferentes de maneiras de soletrar os sons, enquanto o espanhol apresenta apenas 38 e o italiano 25 modos diferentes [96]. Não se sabe ainda totalmente o que ocorre na arquitetura cerebral da criança para permitir a identificação de cada som com cada letra, mas sabemos que existem estágios de aprendizagem de leitura, que podem ser visualizadas como no modelo proposto por Ehri [97, 98]. Este modelo é baseado em quatro fases: pré-alfabética, alfabética parcial, alfabética plena e alfabética consolidada. A velocidade com que cada criança ultrapassa estas diferentes fases varia muito de acordo com o ambiente, com a língua e também com a capacidade individual, mas de modo geral a sequência é sempre a mesma e a transição de uma para outra é sempre gradativa. Segundo Ehri, na fase pré-alfabética a criança não apresenta ainda um reconhecimento da correlação fonema-grafema, lembrando apenas de pistas visuais da palavra como o "M" de McDonald ou o "S" da Sadia, e assim pode interpretar, erroneamente, palavras similares que contenham estas iniciais. Na fase alfabética parcial, a criança identificaria apenas algumas letras de cada palavra, como, por exemplo, o "S" e o "O" da palavra sono, o que poderia implicar dificuldade de interpretação quando estivesse diante da palavra sino, por exemplo. A fase alfabética plena caracteriza-se pela completa identificação de todas as letras de cada palavra e sua respectiva correspondência sonora, permitindo assim uma leitura correta, que vai ser muito mais rápida em uma fase posterior, alfabética consolidada, na qual o leitor é capaz de ler sequências de letras que ocorrem com uma grande frequência, como, por exemplo, ENTE, que está presente em dente, mente, carente, saliente etc., em vez de ler cada letra isoladamente.

O modelo de aquisição da leitura previamente apresentado é baseado principalmente em estudos de neuroimagem em adultos, e sugere a relação com o desenvolvimento de redes neurais predominantemente no hemisfério cerebral esquerdo, e que incluem o giro temporal superior, associado principalmente com os processos de decodificação fonológica, o giro fusiforme e áreas vizinhas de associação ao processamento visual correlacionadas ao processamento ortográfico e, ainda, ao giro temporal médio associado à decodificação semântica. Em paralelo a tudo isto, salientamos o papel do giro frontal inferior, que apresenta um grande número de conexões com estas áreas cerebrais mais posteriores. Tem sido observado ainda um papel mais importante das áreas mais anteriores do giro frontal inferior

no processamento semântico, e das áreas mais posteriores no processamento fonológico e gramatical [99, 100].

A seguir, apresentamos as modificações anatômicas e funcionais, associadas à especialização e integração das principais áreas cerebrais relacionadas à aprendizagem da leitura, desde a infância até a adolescência.

### *VIII.A. Processamento fonológico*

Já no primeiro ano de vida, no início do desenvolvimento do processamento fonológico, tem sido observada a ativação de regiões cerebrais occipitais e temporais dos hemisférios direito e esquerdo [101]. Nos anos seguintes observa-se a consolidação da ativação principalmente do giro temporal esquerdo, porém dos nove aos 11 anos de idade ainda ocorre uma ativação desta região durante o processamento visual e auditivo da palavra [102], diferentemente dos adultos, onde apenas o estímulo pela via auditiva vai determinar a ativação desta região.

Vários estudos demonstram que o córtex temporal superior esquerdo desenvolve-se antes que outras áreas relacionadas à linguagem e acredita-se que, com o desenvolvimento do corpo caloso, ocorreria um efeito inibitório das regiões temporoparietais do hemisfério esquerdo sobre áreas homólogas do direito [103]. Além disso, a importância dessa região no desenvolvimento da leitura pode ser confirmada através da análise de pacientes com dislexia do desenvolvimento submetidos a estudos anatomopatológicos, onde pode ser observada a presença de distúrbios da migração neuronal no córtex temporal superior esquerdo [69, 71]. Há também uma menor ativação desta região em testes de decodificação fonológica durante a realização de exames de neuroimagem, comprovando o papel do giro temporal superior na interpretação e correlação dos sons com os grafemas [104, 105]. A ativação das áreas do giro frontal inferior durante a decodificação fonológica aumenta com o desenvolvimento da criança e da melhora da capacidade da leitura [106]. Conforme já citado anteriormente, vários estudos têm demonstrado que na verdade existe uma segmentação funcional em relação à leitura no giro frontal inferior que apresenta, em sua porção mais dorsal, uma maior especialização para auxiliar a decodificação fonológica (associadamente a regiões temporo-parietais), e uma área mais anterior, que participa da interpretação do significado da palavra [99, 100].

### *VIII. B. Processamento ortográfico*

O giro fusiforme esquerdo, que corresponde a "área visual da palavra" é mais ativado à medida que ocorre o desenvolvimento da leitura na criança, ocorrendo predominantemente quando diante da visualização de palavras de uso rotineiro [107]. As crianças na fase pré-alfabética costumam apresentar ativação do giro fusiforme bilateralmente durante o reconhecimento de uma palavra, quer apresentada por estímulos visuais ou auditivos [102]. À medida que vão atingindo a fase alfabética, eles passam a recrutar cada vez menos os neurônios do giro fusiforme direito e intensificam a ativação do lado contralateral. No adulto, além de ocorrer a ativação apenas do giro frontal esquerdo durante a apresentação de estímulos visuais, não se observam alterações funcionais por estímulos auditivos [102]. Esta lateralização e participação mais imediata do giro fusiforme esquerdo, observada durante o desenvolvimento literário da criança, está diretamente relacionada a uma maior capacidade de leitura que ocorre com o passar dos anos.

### *VIII. C. Processamento semântico*

A capacidade de processamento semântico durante a leitura também se aperfeiçoa durante o desenvolvimento, sendo observado de modo gradativo uma maior ativação das regiões posteriores do giro temporal médio [108, 109]. Com o passar dos primeiros anos de treinamento da leitura, observa-se também durante testes de interpretação semântica uma gradativa ativação das áreas do giro frontal inferior.

Conforme já comentamos anteriormente, durante a interpretação do significado da leitura, observa-se no adolescente e no adulto uma maior ativação de áreas mais anteriores do giro frontal, lembrando que as porções mais posteriores apresentam maior especialização para auxiliar a decodificação fonológica. Esta menor ativação das áreas mais anteriores em crianças, provavelmente, está relacionada a uma imaturidade do giro frontal inferior das crianças [110, 111] ou a uma maior influência do processamento semântico na rapidez da decodificação

fonológica e reconhecimento ortográfico da palavra [108], que não é tão necessária no leitor mais experiente. O fato de o giro frontal inferior ser ativado apenas posteriormente durante o desenvolvimento evidencia o seu papel na melhor capacidade de leitura.

Salientamos ainda o fato de que a menor modulação do córtex pré-frontal em crianças determina um insuficiente controle cognitivo e maior susceptibilidade à interferência de estímulos irrelevantes, prejudicando muito a compreensão do texto [111]. Com base no estudo de Suzuki e colaboradores, que avalia a presença de um quadro de hiperlexia adquirida em adulto com lesão de áreas frontais do hemisfério esquerdo, e nos estudos acima citados [99, 100, 112], podemos inferir que os pacientes com quadro de hiperlexia, que apresentam capacidade de ler, porém sem uma compreensão adequada, apresentam uma ativação das porções mais posteriores de áreas do córtex pré-frontal esquerdo e não das áreas mais anteriores, que teriam o papel da interpretação semântica.

# IX- NEUROBIOLOGIA E MÉTODOS DE ENSINO DA LEITURA

A compreensão dos processos associados ao desenvolvimento funcional e anatômico das diferentes áreas cerebrais relacionadas ao aprendizado da leitura pode contribuir de maneira fundamental para um melhor entendimento e abordagem do aprendizado desta importante habilidade, cada vez mais necessária para o desenvolvimento da humanidade. Os conhecimentos mais precisos através da neurociência, adquiridos com os estudos mais atuais (RMf, PET e MEG) e que devem ser acrescidos com o advento de outras técnicas avançadas (estimulação magnética transcraniana, *diffusion tensor imaging, near-infrared optical imaging*), que possam demonstrar um atraso na ativação de regiões cerebrais — como o giro temporal superior ou anomalias de lateralidade, como uma maior ativação de estruturas do hemisfério direito — poderão servir, no futuro, para uma identificação mais precoce, ainda na fase pré-escolar, de crianças que terão dificuldade para leitura. Ao mesmo tempo, os conhecimentos da neuroplasticidade e também dos diferentes métodos de ensino vão poder ajudar os educadores a atuarem nos momentos e através das formas mais adequadas para o aprendizado da leitura, permitindo melhores resultados na alfabetização de nossas crianças e ainda uma intervenção mais precoce e adequada nos casos com dificuldade, demonstrando assim o importante papel do conhecimento científico no aprendizado.

O ensino da leitura tem sido realizado através de dois métodos, um mais global, denominado de "*whole-language*" (GLOBAL) e outro mais analítico, denominado fônico. Este último é realizado através do ensino do princípio alfabético, que é o conhecimento de que os símbolos gráficos que são representados pelas letras correspondem aos sons da fala, e que estes símbolos e sons podem ser associados para formar as palavras [3, 113]. Este método considera que o aprendizado da leitura não é uma habilidade natural do cérebro, como a linguagem falada, e que existe a necessidade do aprendizado formal do alfabeto, que não ocorre de modo espontâneo. Os estudiosos favoráveis a esta metodologia salientam a importância do aprendizado da leitura através do ensino da consciência fonológica, que implicaria maior rendimento futuro quando o leitor estivesse diante de palavras desconhecidas, que seriam mais facilmente identificadas através da decodificação fonológica.

O método global baseia-se no reconhecimento de palavras inteiras como a unidade da leitura, sendo utilizadas palavras do cotidiano e da cultura da criança [113]. De modo geral, seguem este conceito as teorias construtivistas e sociointeracionistas, entre outras. A criança aprende a memorizar a pronúncia da palavra toda e não de uma parte dela. Os adeptos desta metodologia salientam a sua utilidade principalmente para o aprendizado de palavras irregulares ("EXCEÇÃO, EXEMPLO, HOJE, AMANHÃ") e o ensino do som das letras não ocorre de modo explícito. Estes autores argumentam ainda como favorável ao método global o fato de palavras apresentarem significado, diferentemente das letras e das sílabas, o que determinaria maior motivação das crianças.

Os estudos de imagem funcional e neurofisiológicos têm demonstrado, conforme já comentamos anteriormente, que durante o aprendizado da leitura de acordo com o modelo fonológico, o ensino da correspondência fonema-grafema implica uma maior ativação dos giros temporal superior, angular e supramarginal, do hemisfério esquerdo, que é a denominada via indireta. A leitura da palavra bola, por exemplo, ocorreria através da interpretação de que as letras visualizadas, B+O+L+A seriam associadas por estas regiões cerebrais, resultando na palavra BOLA e esta mensagem seria na sequência transferida para o giro temporal médio, que efetuaria a interpretação do significado e as associações necessárias. À medida que o indivíduo memoriza esta associação, pela repetição natural, ocorreria uma interpretação inicial da palavra BOLA, como um todo, sendo ativadas neste caso áreas da região occipito-temporal esquerda, conhecida como via direta e que implicaria um imediato reconhecimento e interpretação semântica da palavra. Palavras novas ou outras menos comuns e as pseudopalavras seriam "lidas" através dos processos de decodificação fonológica, não ocorrendo ativação da via direta. Por outro lado, o aprendizado da leitura através do método global envolve a ativação direta de regiões dos lobos occipitais e temporal médio e inferior, mais precisamente do giro fusiforme esquerdo, denominado de "área visual da palavra" (AVP) devido à grande frequência com que é detectada em estudos de neuroimagem, envolvendo tarefas de nomeação, principalmente. Entretanto, devemos chamar a atenção para o fato de que a maioria dos estudos utilizando técnicas funcionais não invasivas foram realizadas com indivíduos de língua inglesa, onde há 40 sons a mais do que o número de letras [114].

Sabemos que obviamente não existe um único programa de ensino que possa ser considerado como o melhor para todas as crianças. O avanço das pesquisas neurocientíficas sobre os circuitos envolvidos na aprendizagem e os mecanismos de aquisição do conhecimento podem ser relevantes para a educação. Assim, deveriam ser tomados como referência os estudos sobre a neurobiologia da aprendizagem, para se repensar a prática educacional. Por exemplo, o melhor conhecimento dos circuitos neurais para a expressão e entendimento verbal, aquisição da habilidade da leitura e manutenção dos mecanismos atencionais e estratégia de aprendizagem são importantes para estabelecer processos mais eficientes de alfabetização. Várias iniciativas governamentais demonstram essa preocupação com as questões de aprendizagem, suas dificuldades e prevenções. Como exemplo, o Congresso norte-americano solicitou que o National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) com o Ministério da Educação convocasse um painel Nacional para estabelecer o estado-da-arte do conhecimento científico sobre o processo de aprendizagem da leitura [115] http://www.nichd.nih.gov/publications/nrp/smallbook.htm); foram avaliados centenas de estudos científicos e a conclusão foi que "as evidências científicas indicavam que os programas de leitura que se baseavam de modo mais intenso no ensino da consciência fonológica resultavam em maior grau de sucesso para o aprendizado inicial da leitura" [115].

Na Europa, os Estados da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento, OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) desenvolveu um Projeto de investigação - PISA [116]. O ponto difícil do teste era a medida das competências de leitura, para os quais foram utilizados testes que medem os diferentes "graus de competência", que vão desde a simples compreensão (grau de competência I) até a interpretação e formulação de problemas (grau de competência V). Os resultados do Estudo PISA foram apresentados pela OECD [117], onde os estudantes da Finlândia obtiveram os melhores escores [116]. Em decorrência de resultados discrepantes entre os vários países e os baixos escores obtidos por parcela significativa dos estudantes, o Centro para a Investigação da Educação e Inovação da OECD (Centre for Educational Research and Innovation - CERI) pôs em curso, em 23 de novembro de 1999, o projeto Ciências da aprendizagem e investigação do cérebro: implicações potenciais para as políticas e práticas da educação [118-120]. O objetivo deste projeto é o de

fundamentar e definir os requisitos para uma colaboração entre a ciência da educação e a investigação do cérebro [116]. Iniciativa semelhante teve a nossa Câmara dos Deputados encomendando um relatório ao painel internacional de especialistas em alfabetização infantil [121].

A utilização dos avanços da neurociência para políticas educacionais constitui um excelente exemplo da ciência translacional sendo utilizada para o benefício público [121, 122]. Nas palavras de Manfred Spitzer [116], referindo-se ao objetivo da OECD "em fundamentar e definir os requisitos para uma colaboração entre a ciência da educação e a investigação do cérebro" e "em promover a aproximação entre os políticos de educação e os investigadores do cérebro, bem como apresentar fatos de investigação, que possamos (e que devíamos e devemos) transpor para as práticas, se quisermos tornar o sistema educativo mais eficiente". Os estudos de desenvolvimento cerebral e do funcionamento cerebral de acordo com os diferentes testes de leitura e de outros estudos referentes à plasticidade cerebral reforçam a importância da estimulação da capacidade de decodificação fonológica, no início da alfabetização, independente do método escolhido para o ensino da leitura. Eventual atraso na estimulação desta habilidade poderia implicar a perda do melhor momento para o desenvolvimento do reconhecimento da relação grafema-fonema, tão importante para a leitura no futuro de palavras desconhecidas. A perda do momento inicial mais propício para o desenvolvimento da capacidade de leitura e escrita determina que se procure, após esta faixa etária, resgatar este aprendizado com o desenvolvimento de certas habilidades dentro de um processo de aprendizado e reabilitação. Isto determina outro planejamento da estratégia de ensino estimulando a capacidade associativa e as habilidades de percepção e execução. De qualquer forma, deve-se estimular o aprendizado fônico, visto que as pesquisas quantitativas evidenciam que é benéfico e que há correspondência com o processo neurobiológico.

Não podemos deixar de salientar a extrema importância das fases iniciais do desenvolvimento, desde o período gestacional, e de que o ensinamento da leitura só ocorrerá de modo totalmente satisfatório, também independentemente do método de ensino, quando for baseado em uma intensa motivação do aprendiz, não só no ambiente escolar, mas também no domiciliar.

Agradecimentos pela leitura e sugestões: Ana Maria Alvarez, Victor Haase e Mirna Wetters Portuguez.

# X. REFERÊNCIAS


PISA, Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. 2009.

Foorman, B.R., et al., The Role of Instruction in Learning to Read: Preventing Reading Failure in At-risk Children. Journal of Educational Psychology, 1998. 90.

Byrne, B. and R. Fielding-Barnsley, Phonemic Awareness and Letter Knowledge in the Child's Acquisition of the Alphabetic Principle. Journal of Educational Psychology 1998. 81(3): p. 313-21.

Scarborough, H.S., Very early language deficits in dyslexic children. Child Dev, 1990. 61(6): p. 1728-43.

Binder, J.R., et al., Function of the left planum temporale in auditory and linguistic processing. Brain, 1996. 119 ( Pt 4): p. 1239-47.

Foundas, A.L., et al., Pars triangularis asymmetry and language dominance. Proc Natl Acad Sci U S A, 1996. 93(2): p. 719-22.

Foundas, A.L., et al., MRI asymmetries of Broca's area: the pars triangularis and pars opercularis. Brain Lang, 1998. 64(3): p. 282-96.

Schlosser, R., et al., Functional magnetic resonance imaging of human brain activity in a verbal fluency task. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1998. 64(4): p. 492-8.

Babb, T.L., Axonal growth and neosynaple genesis in human and experimental hippocampo epilepsy . 46, in Adv neurol. 1997. p. 45.

Da Costa, J., Aprendizagem:processo de aquisição do conhecimento. 1a. ed. ed. Pedagogia Universitária e Aprendizagem, ed. M.M. Engers, MC. 2007, Porto Alegre: ediPUCRS. 117-126.

Lau, P.M. and G.Q. Bi, Synaptic mechanisms of persistent reverberatory activity in neuronal networks. Proc Natl Acad Sci U S A, 2005. 102(29): p. 10333-8.

Valenstein, E.S., V.C. Cox, and J.W. Kakolewski, Hypothalamic motivational systems: fixed or plastic neural circuits? Science, 1969. 163(871): p. 1084.

Hausser, M. and S.L. Smith, Neuroscience: controlling neural circuits with light. Nature, 2007. 446(7136): p. 617-9.

Numan, M., Hypothalamic neural circuits regulating maternal responsiveness toward infants. Behav Cogn Neurosci Rev, 2006. 5(4): p. 163-90.

Verkhratsky, A., Calcium ions and integration in neural circuits. Acta Physiol (Oxf), 2006. 187(3): p. 357-69.

Branco, D.M., et al., Functional variability of the human cortical motor map: electrical stimulation findings in perirolandic epilepsy surgery. J Clin Neurophysiol, 2003. 20(1): p. 17-25.

Branco, D.M., et al., Functional MRI of memory in the hippocampus: Laterality indices may be more meaningful if calculated from whole voxel distributions. Neuroimage, 2006. 32(2): p. 592-602.

McGonigle, D.J., et al., Variability in fMRI: an examination of intersession differences. Neuroimage, 2000. 11(6 Pt 1): p. 708-34.

Kerssens, C., et al., Attenuated brain response to auditory word stimulation with sevoflurane: a functional magnetic resonance imaging study in humans. Anesthesiology, 2005. 103(1): p. 11-9.

Costafreda, S.G., et al., Multisite fMRI reproducibility of a motor task using identical MR systems. J Magn Reson Imaging, 2007. 26(4): p. 1122-1126.

Amaro, E. and G. Barker, Study design in fMRI: basic principles. Brain and cognition, 2006. 60(3): p. 220-32.

Frackowiak, R.S.J. and K.J. Friston, Human Brain Function. 1997, San Diego: Academic Press.

Brooks, D.J., Functional imaging of Parkinson's disease: is it possible to detect brain areas for specific symptoms? J Neural Transm Suppl, 1999. 56: p. 139-53.

McCarley, R.W., et al., Cognitive dysfunction in schizophrenia: unifying basic research and clinical aspects. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci, 1999. 249 Suppl 4: p. 69-82.

Shih, M.C., et al., Neuroimagem do Transportador de Dopamina na Doença de Parkinson Primeiro estudo com [99mTc]-TRODAT-1 e SPECT no Brasil. Arq Neuropsiquiatr, 2006. 64(3): p. 628-634.

Burger, C. and D.W. Townsend, Basics of PET Scanning., G. von Schulthess, Editor. 2007, Lippincott Williams & Wilkins. p. 16-29.

Vrba, J. and S.E. Robinson, Signal processing in magnetoencephalography. Methods, 2001. 25(2): p. 249-71.

Simos, P.G., et al., Brain activation profiles during the early stages of reading acquisition. J Child Neurol, 2002. 17(3): p. 159-63.

Papanicolaou, A.C., et al., Differential brain activation patterns during perception of voice and tone onset time series: a MEG study. Neuroimage, 2003. 18(2): p. 448-59.

Donoghue, J.P., Plasticity of adult sensorimotor representations. Curr Opin Neurobiol, 1995. 5(6): p. 749-54.

Ide, C.F., et al., Cellular and molecular correlates to plasticity during recovery from injury in the developing mammalian brain. Prog Brain Res, 1996. 108: p. 365-77.

Derby, C.D., Why Have Neurogenesis in Adult Olfactory Systems? The Presidential Symposium at the 2006 AChemS Conference. Chem Senses, 2007. 32(4): p. 361-3.

Hensch, T.K., Critical period plasticity in local cortical circuits. Nat Rev Neurosci, 2005. 6(11): p. 877-88.

Seil, F.J. and R. Drake-Baumann, Circuit reorganization in granuloprival cerebellar cultures in the absence of neuronal activity. J Comp Neurol, 1995. 356(4): p. 552-62.

Coulter, D.A., Mossy fiber zinc and temporal lobe epilepsy: pathological association with altered “epileptic” gamma-aminobutyric acid A receptors in dentate granule cells Epilepsia, 2000. 41 Suppl 6: p. S96.

Jellinger, K.A., Adult Neurogenesis: Stem cells and neuronal development in the adult brain. Eur J Neurol, 2007. 14(3): p. e13.

Mezey, E., Bone marrow and brain: unexpected allies or accidental acquaintances? Stem Cell Rev, 2005. 1(1): p. 15-9.

Namba, T., et al., Postnatal neurogenesis in hippocampal slice cultures: Early in vitro labeling of neural precursor cells leads to efficient neuronal production. J Neurosci Res, 2007.

Sullivan, J.M., et al., Adult neurogenesis: a common strategy across diverse species. J Comp Neurol, 2007. 500(3): p. 574-84.

Yamashima, T., A.B. Tonchev, and M. Yukie, Adult hippocampal neurogenesis in rodents and primates: endogenous, enhanced, and engrafted. Rev Neurosci, 2007. 18(1): p. 67-82.

Beaumont, V. and R.S. Zucker, Enhancement of synaptic transmission by cyclic AMP modulation of presynaptic I-h channels. Nat Neurosc, 2000. 3(2): p. 133.

Bliss, T.V. and T. Lomo, Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit

following stimulation of the perforant path. J Physiol, 1973. 232(2): p. 331-56.

C. Bernard, H.V.W., Plasticity of AMPA and NMDA receptor-mediated epileptiform activity in a chronic model of temporal lobe epilepsy. Epilepsy Res., 1995. 21 p. 95-107.

Hart, B. and T.R. Risley, Meaningful differences in the everyday experience of young American children. 1995, Baltimore: P.H. Brookes. xxiii, 268.

Pascual-Leone, A. and F. Torres, Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers Brain, 1993. 116: p. 39-52.

Amunts, K., et al., Motor cortex and hand motor skills: Structural compliance in the human brain. Human Brain Mapping, 1997. 5(3): p. 206-215.

Diamond, M.C., Response of the Brain to Enrichment. An Acad Bras Cienc, 2001. 73(2): p. 211-220.

Jacobs, B., M. Schall, and A.B. Scheibel, A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. J Comp Neurol, 1993. 327(1): p. 97-111.

Jaenisch, R. and A. Bird, Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals. Nat Genet, 2003. 33 Suppl: p. 245-54.

Paus, T., et al., Maturation of white matter in the human brain: a review of magnetic resonance studies. Brain Res Bull, 2001. 54(3): p. 255-66.

Utsunomiya, H., et al., Development of the temporal lobe in infants and children: analysis by MR-based volumetry. AJNR Am J Neuroradiol, 1999. 20(4): p. 717-23.

Saitoh, O., C.M. Karns, and E. Courchesne, Development of the hippocampal formation from 2 to 42 years: MRI evidence of smaller area dentata in autism. Brain, 2001. 124(Pt 7): p. 1317-24.

Kanemura, H., et al., Development of the prefrontal lobe in infants and children: a three-dimensional magnetic resonance volumetric study. Brain Dev, 2003. 25(3): p. 195-9.

Huttenlocher, P.R. and A.S. Dabholkar, Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. J Comp Neurol, 1997. 387(2): p. 167-78.

Rakic, P., J.P. Bourgeois, and P.S. Goldman-Rakic, Synaptic development of the cerebral cortex: implications for learning, memory, and mental illness. Prog Brain Res, 1994. 102: p. 227-43.

Greenough, W.T., J.E. Black, and C.S. Wallace, Experience and brain development. Child Dev, 1987. 58(3): p. 539-59.

Gallese, V., et al., Action recognition in the premotor cortex. Brain, 1996. 119 ( Pt 2): p. 593-609.

Rizzolatti, G., et al., Premotor cortex and the recognition of motor actions. Brain Res Cogn Brain Res, 1996. 3(2): p. 131-41.

Fogassi, L., et al., Cortical mechanism for the visual guidance of hand grasping movements in the monkey: A reversible inactivation study. Brain, 2001. 124(Pt 3): p. 571-86.

Ferrari, P.F., et al., Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. Eur J Neurosci, 2003. 17(8): p. 1703-14.

Binder, J.R., et al., Human temporal lobe activation by speech and nonspeech sounds. Cereb Cortex, 2000. 10(5): p. 512-28.

Price, C.J., The anatomy of language: contributions from functional neuroimaging. J Anat, 2000. 197 Pt 3: p. 335-59.

Price, C.J., et al., Hearing and saying. The functional neuro-anatomy of auditory word processing. Brain, 1996. 119 ( Pt 3): p. 919-31.

Mechelli, A., et al., Where bottom-up meets top-down: neuronal interactions during perception and imagery. Cereb Cortex, 2004. 14(11): p. 1256-65.

Vygotsky, L., Pensamento e linguagem. 2a. ed. ed. 1998, São Paulo:: Martins Fontes.

Degerine, J., Sur un cas de cécité verbale avec agraphie, suivi d áutopsie. Societé du Biologie 1891. 43: p. 197-201.

Breier, J.I., et al., Abnormal activation of temporoparietal language areas during phonetic analysis in children with dyslexia. Neuropsychology, 2003. 17(4): p. 610-21.

Daigneault, S. and C.M. Braun, Pure severe dyslexia after a perinatal focal lesion: evidence of a specific module for acquisition of reading. J Dev Behav Pediatr, 2002. 23(4): p. 256-65.

Galaburda, A.M., et al., Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies. Ann Neurol, 1985. 18(2): p. 222-33.

Levine, D.N., D.B. Hier, and R. Calvanio, Acquired learning disability for reading after left temporal lobe damage in childhood. Neurology, 1981. 31(3): p. 257-64.

Galaburda, A.M., J.C. Signoret, and M. Ronthal, Left posterior angiomatous anomaly. Journal of Child Psychology and Psychiatry 1985.

Mody, M., Phonological basis in reading disability: A review and analysis of the evidence. Reading and Writing 2003. 16(1-2).

Shaywitz, B.A., et al., Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. Biol Psychiatry, 2002. 52(2): p. 101-10.

Mechelli, A., K.J. Friston, and C.J. Price, The effects of presentation rate during word and pseudoword reading: a comparison of PET and fMRI. J Cogn Neurosci, 2000. 12 Suppl 2: p. 145-56.

Senaha, M.L., et al., Patterns of cerebral activation during lexical and phonological reading in Portuguese. Braz J Med Biol Res, 2005. 38(12): p. 1847-56.

Seghier, M.L., et al., Variability of fMRI activation during a phonological and semantic language task in healthy subjects. Hum Brain Mapp, 2004. 23(3): p. 140-55.

Cousin, E., et al., Functional MRI approach for assessing hemispheric predominance of regions activated by a phonological and a semantic task. Eur J Radiol, 2007. 63(2): p. 274-85.

Fiez, J.A. and S.E. Petersen, Neuroimaging studies of word reading. Proc Natl Acad Sci U S A, 1998. 95(3): p. 914-21.

Turkeltaub, P.E., et al., Meta-analysis of the functional neuroanatomy of single-word reading: method and validation. Neuroimage, 2002. 16(3 Pt 1): p. 765-80.

Phinney, E., et al., Brain structure correlates of component reading processes: implications for reading disability. Cortex, 2007. 43(6): p. 777-91.

Grainger, J., K. Kiyonaga, and P.J. Holcomb, The time course of orthographic and phonological code activation. Psychol Sci, 2006. 17(12): p. 1021-6.

Rumsey, J.M., et al., Phonological and orthographic components of word recognition. A PET-rCBF study. Brain, 1997. 120 ( Pt 5): p. 739-59.

Papanicolaou, A.C., P.G. Simos, and E.M. Castillo, MEG localization of language-specific cortex utilizing MR-FOCUSS. Neurology, 2005. 64(4): p. 765; author reply 765.

Papanicolaou, A.C., et al., Functional neuroimaging with MEG: normative language profiles. Neuroimage, 2006. 33(1): p. 326-42.

Churchland, P.S., Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain. 1989, Boston: The MIT Press.

Churchland, P.S. and T.J. Sejnowski, The Computational Brain (Computational Neuroscience) 1994, Boston: The MIT Press.

Rossell, S.L., C.J. Price, and A.C. Nobre, The anatomy and time course of semantic priming investigated by fMRI and ERPs. Neuropsychologia, 2003. 41(5): p. 550-64.

Temple, E., Brain mechanisms in normal and dyslexic readers. Curr Opin Neurobiol, 2002. 12(2): p. 178-83.

Temple, E., et al., Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. Proc Natl Acad Sci U S A, 2003. 100(5): p. 2860-5.

Galaburda, A.M., Neurology of developmental dyslexia. Curr Opin Neurol Neurosurg, 1992. 5(1): p. 71-6.

Galaburda, A.M., Neuroanatomic basis of developmental dyslexia. Neurol Clin, 1993. 11(1): p. 161-73.

Galaburda, A.M. and T.L. Kemper, Cytoarchitectonic abnormalities in developmental dyslexia: a case study. Ann Neurol, 1979. 6(2): p. 94-100.

Galaburda, A.M., M.T. Menard, and G.D. Rosen, Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. Proc Natl Acad Sci U S A, 1994. 91(17): p. 8010-3.

Muter, V., et al., Segmentation, not rhyming, predicts early progress in learning to read. J Exp Child Psychol, 1997. 65(3): p. 370-96.

Stevenson, H.W. and R.S. Newman, Long-term prediction of achievement and attitudes in mathematics and reading. Child Dev, 1986. 57(3): p. 646-59.

Seymour, P.H., M. Aro, and J.M. Erskine, Foundation literacy acquisition in European orthographies. Br J Psychol, 2003. 94(Pt 2): p. 143-74.

Beech, R., Ehri's model of phases of learning to read: a brief critique. Journal of Research in Reading, 2005. 28(1): p. 50-58.

Ehri, L.C., Phases of development in learning to read by sight. Journal of Research in Reading, 1995. 18: p. 116-125.

Caplan, D., N. Alpert, and G. Waters, Effects of syntactic structure and propositional number on patterns of regional cerebral blood flow. J Cogn Neurosci, 1998. 10(4): p. 541-52.

Poldrack, R.A., et al., The neural basis of visual skill learning: an fMRI study of mirror reading. Cereb Cortex, 1998. 8(1): p. 1-10.

Mills, D.L., S. Coffey-Corina, and H.J. Neville, Language comprehension and cerebral specialization from 13 to 20 months. Developmental Neuropsychology, 1997. 13(3): p. 397-445.

Booth, J.R., et al., The development of specialized brain systems in reading and oral-language. Child Neuropsychol, 2001. 7(3): p. 119-41.

Hellige, J.B., et al., Relationships between brain morphology and behavioral measures of hemispheric asymmetry and interhemispheric interaction. Brain Cogn, 1998. 36(2): p. 158-92.

Rumsey, J.M., et al., Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia. An oxygen 15 positron emission tomographic study. Arch Neurol, 1992. 49(5): p. 527-34.

Sarkari, S., et al., Contributions of magnetic source imaging to the understanding of dyslexia. Semin Pediatr Neurol, 2002. 9(3): p. 229-38.

Bitan, T., et al., Developmental changes in activation and effective connectivity in phonological processing. Neuroimage, 2007. 38(3): p. 564-75.

Booth, J.R., et al., Relation between brain activation and lexical performance. Hum Brain Mapp, 2003. 19(3): p. 155-69.

Blumenfeld, H.K., J.R. Booth, and D.D. Burman, Differential prefrontal-temporal neural correlates of semantic processing in children. Brain Lang, 2006. 99(3): p. 226-35.

Chou, T.L., et al., Developmental and skill effects on the neural correlates of semantic processing to visually presented words. Hum Brain Mapp, 2006. 27(11): p. 915-24.

Booth, J.R., et al., Development of brain mechanisms for processing orthographic and phonologic representations. J Cogn Neurosci, 2004. 16(7): p. 1234-49.

Casey, B.J., A. Galvan, and T.A. Hare, Changes in cerebral functional organization during cognitive development. Curr Opin Neurobiol, 2005. 15(2): p. 239-44.

Suzuki, K., et al., [Hyperlexia in an adult patient with lesions in the left medial frontal lobe]. Rinsho Shinkeigaku, 2000. 40(4): p. 393-7.

Adams, M.J., Learning to read: Thinking and learning about print. 1990, Cambridge: MIT Press.

McGuinness, D., O Ensino da leitura. O que a Ciência nos diz sobre como ensinar a ler. . 2006, Porto Alegre Artmed.

NICHD. National Institute of Child Health and Human Development, National reading Panel. in Report of the National Reading Panel:Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literatureon reading and its implications for reading instruction: report of the subgroups. . 2000. Washington, D.C: NICHHD-NRP.

Spitzer, M., Aprendizagem: Neurociências e a escola da Vida. 1a. edição ed. 2007, Lisboa: CLIMEPSI Editores. 331-340.

OECD, C.f.E.R.a.I., Education at a Glance. 2001a ed, ed. O.f.E.C.-O.a.d. Publications. 2001a, Paris.

OECD, C.f.E.R.a.I., Preliminary Synthesis for the First High Level Forum and Learning Sciences and Brain Research: Potential Implications for Education Policies and Practices. Brain Mechanisms and Early Learning, ed. O. Report. 2001b, New York, USA: Sackler Institute.

OECD, C.f.E.R.a.I., Preliminary Synthesis of the Second High Level Forum and Learning Sciences and Brain Research: Potential Implications for Education Policies and Practices. Brain Mechanisms and Youth Learning. 2001c, Granada, Espanha: OECD Report.

OECD, C.f.E.R.a.I., Preliminary Synthesis of the Third High Level Forum and Learning Sciences and Brain Research: Potential Implications for Education Policies and Practices. Brain Mechanisms and Learning in Aging, ed. O. Report. 2001d, Tokyo.

Capovilla, F.C.o., Os novos caminhos da alfabetização infantil. Relatório encomendado pela Câmara dos Deputados ao Painel Internacional de Especialistas em Alfabetização Infantil. 2a. edição ed, ed. Organizador. 2005, São Paulo: Memnon Edições Científicas Ltda. 175.

Shaywitz, B.A., G.R. Lyon, and S.E. Shaywitz, The role of functional magnetic resonance imaging in understanding reading and dyslexia. Dev Neuropsychol, 2006. 30(1): p. 613-32.

# PARTE III

## Métodos de Alfabetização

# MÉTODOS DE ALFABETIZAÇÃO: O ESTADO DA ARTE[20]

Autores:
João Batista Araújo e Oliveira[21]
Luiz Carlos Faria da Silva[22]

*"No one I know denies the artistic component to teaching. I now think however, that such artistry should be research based. I view medicine as an art but I recognize that without its close ties to science it would be without success, status, or power in our society. Teaching, like medicine, is an art that also can be greatly enhanced by developing a close relationship to science".*
*Berliner, D. C.(1987).*

## INTRODUÇÃO

### *A questão dos métodos*

A mais atualizada ciência da leitura está fundada em evidências de que o ato de ler envolve complexa atividade cerebral de processamento paralelo, simultâneo e distribuído de informações linguísticas ortográfica e fonologicamente encapsuladas em um código. A partir desse equacionamento, a classificação dos métodos de alfabetização passou a ter como critério fundamental a abordagem e o uso didático dos elementos do *continuum* ortográfico da escrita: texto integral, parágrafo, frase, palavras, sílabas, letras e fonemas: Adams (1991), Snow, Burns & Griffin (1998), ONL (1998), NICHD (2000), Reyner et al. (2001), Dehaene (2007). Para aprender a operar com uma escrita baseada em alfabeto, o aluno precisa tornar-se consciente de que um princípio a rege: as letras representam sons da fala. Trata-se do princípio alfabético. Sobre ele a escrita se funda como um código. Além da compreensão desse princípio, é indispensável o aprendizado das regras de operação do código, vale dizer, das correspondências usuais e permitidas entre fonemas e grafemas.

---

[20] Este documento é baseado no Documento de trabalho intitulado Métodos de alfabetização: o estado da arte, elaborado pelos autores do presente trabalho como contribuição aos trabalhos do Grupo de Trabalho sobre Educação Infantil da Academia Brasileira de Ciências.
[21] Ph.D. em Educação, atualmente preside o Instituto Alfa e Beto.
[22] Doutor em Educação pela UNICAMP, Professor Adjunto, Departamento de Fundamentos da Educação da Universidade Estadual de Maringá.

Fônicos são os métodos que ensinam, de maneira explícita, as relações entre as menores unidades abstratas significativas e diferenciais na fala (fonemas) e certos componentes da escrita (grafemas, isto é, letras e grupos de letras). Suas características, bem como as diferenças existentes entre eles, serão explicitadas ao longo desse trabalho. Ao conjunto formado pelos métodos restantes pertencem, de uma parte, os métodos alfabético-silábicos, e, de outra, os métodos constituídos sob a abordagem ideovisual – alguns entre eles considerados mais como uma filosofia da aprendizagem da leitura do que propriamente um método.

Em sua essência, métodos fônicos baseiam-se no princípio subjacente ao Sistema Alfabético de Escrita, que codifica os fonemas da língua em símbolos denominados grafemas. Métodos fônicos – também chamados de métodos alfabéticos em alguns países da Europa – se opõem aos métodos que **não chegam de forma explícita** ao nível do fonema – como, por exemplo, os que ensinam a partir de textos, frases, palavras, ou mesmo de sílabas e letras, sem, entretanto, colocar no centro do processo de ensino a notação ortográfica da realidade linguística do fonema. Esses incluem, para surpresa dos que não estão informados do estado da arte sobre métodos de alfabetização, os conhecidos métodos alfabéticos, os métodos de silabação, os métodos globais ou semiglobais e os assim ditos métodos mistos (decorar palavras, mesmo que seja a partir de "senhas" como "o **a** da abelha, o **b** da bola etc, "*whole language*", procedimentos de inspiração construtivista etc.). Independentemente da característica dos métodos, a criança, para se alfabetizar, precisa, primeiro, apreender o princípio alfabético, ou seja, ser instruída sobre o fato de que as letras ou grupo de letras (grafemas) representam aspectos sonoros da fala, e, em segundo lugar, aprender a valência sonora dos grafemas nas diversas posições em que aparecem nas sequências de letras e palavras. Os métodos podem favorecer ou criar obstáculos a esse aprendizado.

Os métodos fônicos atualmente conhecidos e utilizados no ensino da alfabetização são originários do século XIX. Eles são, todos, de algum modo, provenientes de um programa de alfabetização de crianças desenvolvido por Nellie Dale (1899), que se baseia no ensino de fonemas e em exercícios de análise e síntese. Esse programa foi aprimorado por James Pitman e John St. John (1969), neto do inventor da taquigrafia, atualizado por Lindamood & Lindamood (1969) e também por Hay & Wingo (1954).

O Relatório do National Reading Panel (NRP), que será abordado adiante, assim define o método fônico: "o ensino fônico sistemático é uma forma de ensino que enfatiza a aquisição das correspondências entre letras e som e seu uso para ler e soletrar palavras. O ensino pelo método fônico destina-se a alunos de alfabetização nos anos iniciais da escolaridade e para crianças que têm dificuldade de leitura" (NICHD 2000, p. 2-89).

Dianne McGuinness (2005, p. 130) oferece definições mais precisas de "método fônico", o que lhe permitirá analisar separadamente, como veremos adiante, a variabilidade do impacto de diferentes métodos fônicos no ensino/aprendizagem da leitura. De acordo com a evidência revista a seguir apenas os métodos fônicos que apresentam determinadas características, como as descritas no Quadro 1, possuem eficácia diferenciada em relação a quaisquer outros métodos. Dentre as características mencionadas, as mais importantes são a ordem e a direção da apresentação do código alfabético (dos fonemas para os grafemas e dos fonemas codificados mais simples e diretamente para os que possuem codificação variável e complexa), o caráter sistemático e explícito dessa apresentação (do código básico para as formas menos usuais) e o uso de técnicas de análise e síntese de fonemas (McGuinness, 2005, p. 121).

**Quadro 1** - *Protótipo de um método fônico linguístico*

- *Aluno não decora palavras*
- *Aluno não parte do nome das letras*
- *Parte do som para a letra. Os fonemas são a base do código alfabético[23].*
- *Só ensina fonemas – não ensina outras unidades (sílabas, morfemas etc.)*
- *Começa do código básico (correspondência biunívoca entre os fonemas e as letras que usualmente o representam).*
- *Ensina a criança a identificar e sequenciar sons em palavras reais, empregando técnicas de análise e síntese de fonemas, usando letras.*
- *Ensina a criança a escrever cada letra (caligrafia). O ensino das letras é concomitante com o ensino dos sons.*
- *Relaciona escrita (soletrar) com leitura, para que a criança entenda que o código alfabético é reversível: codificar, decodificar.*
- *Escrita deve ser precisa (ortográfica) ou, pelo menos, foneticamente precisa.*
- *Ensino deve evoluir progressivamente para ensinar combinações menos usuais.*

A abordagem da problemática dos métodos de alfabetização no Brasil não é somente discrepante do enquadramento científico mundialmente consagrado há pelo menos três décadas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino da leitura e da escrita bem como diretrizes curriculares oficiais de importantes cidades e estados brasileiros contêm afirmações que se encontram num polo diametralmente oposto ao que estabelece o estado da arte nesse campo. Da mesma forma, o mais recente documento publicado pelo MEC com orientações sobre alfabetização, além do mais conhecido programa oficial de orientação de professores alfabetizadores do MEC, elaborado pelo CEALE/UFMG, são frontalmente divergentes do conhecimento científico

[23]A questão de partir dos "sons" ou das letras para alfabetizar não é arbitrária nem trivial. O código alfabético sempre parte dos sons da língua, e os representa por letras. Os sons ou fonemas são sempre bastante reduzidos: 31 na Língua Portuguesa, segundo Scliar-Cabral (2003), 40 na Língua Inglesa, segundo McGuinness. Já o número de "sons" possíveis a partir de combinação de letras é infinitamente maior, e coloca sérios problemas de aprendizagem. Daí a vantagem de usar o "som" ou fonema mais característico de uma letra nos estágios iniciais de alfabetização, mas sempre partindo dos fonemas, e não das letras ou de seu nome.

atualmente consagrado. Hoje, particularmente no Brasil, é comum um manejo didático do ensino de leitura que, além de não proporcionar a compreensão do princípio alfabético, negligencia ou desdenha o **ensino explícito e sistemático**[24] das correspondências usuais e permitidas entre grafema e fonema. Nesses casos os alunos, inevitavelmente, terão que intuir, por conta própria, o princípio alfabético; e adivinhar as correspondências permitidas entre grafema e fonema. É importante observar que as referências bibliográficas apresentadas nesses documentos não incluem nenhum autor e nenhuma obra representativa do conhecimento científico atualizado sobre o assunto.[25] Daí decorre a necessidade e atualidade do presente documento.

---

[24]No Brasil, a pedagogia oficial, os formuladores de políticas educacionais e os pais ignoram a existência de evidências científicas de que a maioria dos problemas no aprendizado da leitura resulta de deficits cognitivos experienciais e instrucionais e não de deficits cognitivos de origem biológica (VELLUTINO et al., 2004).

[25] Cf., nessa ordem: BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Língua Portuguesa. Brasília, 1997. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro02.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011.
BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. PROFA – Programa de Formação de Professores Alfabetizadores. Documento de Apresentação. Brasília, 2001. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Profa/apres.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011.
BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Pró-letramento. Programa de Formação Continuada de Professores dos Anos/Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Alfabetização e Linguagem. Edição Revista e Ampliada. Brasília, 2008. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=6002&Itemid= Acesso em 20 de setembro de 2011.
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA Diretoria de Concepções e Orientações Curriculares para a Educação Básica. Coordenação Geral de Ensino Fundamental. A criança de seis anos, a linguagem escrita e o ensino fundamental de nove anos: orientações para o trabalho com a linguagem escrita em turmas de crianças de seis anos de idade. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CEALE, 2009. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=4034&Itemid= Acesso em 20 de setembro de 2011.
MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. Orientações para a Organização do Ciclo Inicial de Alfabetização. Belo Horizonte, 2004. Disponível em http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B5E62F8E7-B136-4AEC-A127-AF1AABA91051%7D_caderno%202.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011.
RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Educação. Orientações Curriculares: Áreas Específicas. Língua Portuguesa
Rio de Janeiro, 2010. Disponível em http://200.141.78.78/dlstatic/10112/825382/DLFE-197212.pdf/oclprevfinal19anos.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011.
SÃO PAULO. Guia de Planejamento e Orientações Didáticas. Professor Alfabetizador. 1º Ano, 2011. Disponível para leitura em http://devotuporanga.edunet.sp.gov.br/OFICINA/ciclo1-guia1ano.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011. Esse programa foi apresentado no mesmo ano em que a secretária estadual de Educação de São Paulo, em entrevista à revista Veja, Edição 2047, de 13 de fevereiro de 2008, insistia no tema da **educação baseada em evidências científicas**.

# A EVIDÊNCIA SOBRE EFICÁCIA DOS MÉTODOS DE ALFABETIZAÇÃO

A primeira grande discussão acadêmica mundialmente relevante sobre métodos de alfabetização dá-se com a publicação do livro *Why Johnny Can't Read* (Flesh, 1953). A obra chama a atenção para os problemas dos alunos norte-americanos que não aprendem a ler. E atribui as dificuldades ao uso de métodos globais. Até a década de 60 são poucos os estudos sobre métodos de alfabetização que vão além da comparação de médias, e dificilmente se pode concluir algo desses estudos.

A revisão pioneira da questão da eficácia dos métodos de alfabetização chegou na esteira de uma sequência de iniciativas desencadeadas a partir de um seminário promovido pela National Conference on Research in English (NRCE) em outubro de 1959. Esses esforços culminaram tanto nos estudos de Jeanne Chall, que renderam a publicação do livro *Learning to Read: The Great Debate* (1967), quanto na iniciativa do Cooperative Research Program (CRP) in First-grade Reading Instruction (Bond e Dykstra, 1967, republicado em 1997).

***Os estudos de Chall: o "grande debate"***

Os resultados das pesquisas de Chall foram publicados em 1967 no livro *Learning to Read: The Great Debate*. Sua publicação teve enorme repercussão no debate sobre alfabetização. O estudo cujos resultados foram ali apresentados incluiu o seguinte rol de ações: análise de 22 programas de alfabetização, 300 horas de observação em sala de aula, entrevistas de 245 autores de programas de alfabetização e uma revisão de literatura. A maioria dos programas de ensino avaliados era usada em países de língua inglesa e tinha três características centrais: a ênfase no ensino de vocabulário, isto é, no sentido, e não na forma das palavras; o ensino da leitura antes do ensino da escrita, e, consequentemente, o ensino da leitura separado do ensino da escrita.

Na época do estudo de Chall, mais de 95% das classes de alfabetização nos Estados Unidos usava materiais semelhantes entre si, os chamados "*basal-reading programs*".

"*Basal reading*" era a modalidade de material didático mais usado nos Estados Unidos nas séries iniciais, inclusive nas classes de alfabetização. Tipicamente incluíam um conjunto de orientações e uma grande variedade de materiais que cobria todas as frentes, inclusive, no caso da alfabetização, exercícios para o desenvolvimento de habilidades fônicas. Como se destinavam a conquistar grandes mercados, esses programas de ensino de leitura normalmente procuravam contemplar as várias correntes e modismos e apresentavam material rico e variado. Também predominava, à época, o consenso sobre as explicações dadas para o fracasso em ensino de leitura: falta de apoio das famílias, problemas das crianças etc.

A metodologia utilizada nos estudos de Chall incluiu quatro etapas. Primeiramente ela classificou os programas em três tipos: fônica analítica, fônica sintética, programas linguísticos. Dentro de cada grupo havia diferenças importantes na abordagem. Em seguida, ela analisou, em profundidade, três programas de alfabetização. Dois deles eram do tipo "*basal reading*": os programas Scott-Foresman e Ginn. O terceiro, foi o programa Lippincott (fônica sintética). Subsequentemente, Chall realizou 300 horas de observações em salas de aula das séries iniciais do que aqui corresponderia hoje ao Ensino Fundamental. Pelos padrões atuais de observação controlada, trata-se de um estudo pouco rigoroso, embora extremamente audacioso e avançado à época de sua realização. Finalmente, ela realizou uma revisão da literatura onde pôde constatar o fato de que a maioria dos estudos só apresentava médias. Apenas de 1960 em diante os estudos comparando métodos passaram a usar testes de significância de médias. Há, portanto, sérios limites à realização de inferências a partir dos dados coletados em estudos anteriores a essa data.

O reexame dos dados e análises de Chall indicou que, apesar das limitações metodológicas apontadas, os métodos fônicos eram superiores: 49 casos para fônica sintética, 11 para fônica analítica e 34 casos sem diferença significativa. Apesar da inequívoca superioridade dos métodos fônicos apresentada pelos dados, Chall não enfatizou esse aspecto na sua análise. Segundo as observações de McGuinness (2005), que reviu cuidadosamente este e outros estudos que mencionaremos adiante, isso se deveu ao fato de que Chall ficou impressionada com as observações do que ocorria em sala de aula. Esse impacto proporcionou-lhe dois *insights* importantes. Primeiro, o fato de que os professores

que usam princípios de bom ensino têm classes mais entusiasmadas e participativas, e, portanto, obtêm melhores resultados. Segundo, os professores, em sua esmagadora maioria, gostam de ser "ecléticos", não resistem a inovações, e misturam-nas com velhas práticas. Essa prática de amalgamar procedimentos anula o efeito de potenciais inovações. [26] Ou seja, apesar da evidência sobre a superioridade dos métodos fônicos, a autora se deixou impressionar mais pelo suposto efeito-professor, e acabou relegando a um segundo plano os resultados mais robustos de sua própria pesquisa.

A forma de apresentação do relatório de Chall deixou a impressão de que o assunto ficou inconcluso e que métodos de alfabetização não eram relevantes. O professor seria o fator mais importante. Em trabalhos posteriores, notadamente Chall et alia (1990), Chall (2000), e Chall e Adams (2001), Chall reconhece as limitações de sua análise original e reafirma, inclusive incorporando dados mais recentes, a inequívoca superioridade dos métodos fônicos e a importância de uso de materiais sistemáticos e estruturados para promover a alfabetização.

### *O Cooperative Research Program in First-grade Reading Instruction*

Esse estudo também decorreu da já citada National Conference on Research in English e deu-se num contexto ainda fortemente impactado pelo livro de Flesh publicado em 1953. Foi igualmente um momento de grande agitação nos EUA, em função do sucesso com que a URSS lançou o Sputnik, primeiro satélite artificial. A grandeza desse feito científico alimentou uma intensa discussão sobre a qualidade da educação escolar americana. O estudo envolveu 27 projetos independentes, que foram reduzidos a 15 comparações para efeito de análise.

[26] A partir dessa constatação as principais revistas científicas passaram a rejeitar, especialmente a partir da publicação do NRP Report, estudos sobre métodos em que o critério para definir método se baseia em declarações dos professores. O critério aceitável pelas revistas de maior rigor científico requer a observação e registro detalhado do que efetivamente ocorre na sala de aula.

Cada projeto foi desenhado e levado a efeito de forma a comparar a prática predominante nas escolas norte-americanas (basal readers) com alternativas (fônico). Cinco programas de ensino tiveram seus resultados comparados e cada um foi objeto de estudos feitos por diferentes grupos de pesquisadores, em diferentes localidades, conforme sintetizado no Quadro 2:

| Método | Número de projetos |
|---|---|
| Initial Teaching Alphabet (i.t.a.) | 5 |
| Basal reader + método fônico | 4 |
| Experiência com linguagem | 4 |
| Linguística | 3 |
| Lippincott (fônico) | 3 |

**Quadro 2**
***Amostragem dos métodos usados no estudo do Cooperative Research Program.***

O estudo de cada intervenção durou um ano letivo – a 1ª série do sistema americano, frequentada por crianças de seis anos de idade que já passaram pela classe inicial, a classe K - Kindergarten. Testes padronizados foram usados como controles em todos os estudos. A comparação geral das médias levou os autores a concluir pela inexistência de diferenças significativas entre as intervenções. Esse relatório, de publicação quase simultânea ao livro de Chall, contribuiu para manter aceso e inconcluso o debate sobre métodos de alfabetização. E desencorajou o surgimento de novos estudos sobre a questão.

McGuinness (2005) também revisou os resultados desse estudo. Ela mostrou que apesar dos cuidados tomados pelos autores, e não obstante tratar-se de um trabalho de amplas proporções, vários problemas metodológicos esconderam importantes resultados contidos nos dados. Entre esses problemas, dois se destacam por sua gravidade. O primeiro foi que os autores utilizaram as médias das turmas nos testes de leitura. O detalhamento envolveu apenas o cômputo separado das médias por gênero. Assim, para realizarem os cálculos estatísticos, substituíram o uso de escores individuais pelas médias. Isso reduziu a comparação a apenas duas informações por sala de aula: a média dos meninos e a média das meninas. O segundo problema relaciona-se com o uso indevido de técnicas de análise de variância (ANOVA) para lidar com as comparações. O uso de ANOVA pressupõe uso de variâncias decorrentes de distribuições de notas individuais, e não de médias de grupos. Esse problema ocorreu, em parte, devido à inexistência de computadores à época, mas isso

não valida o uso impróprio da análise da variância nem as conclusões tiradas pelos autores.

Em função desses equívocos metodológicos, a variância que seria devida às diferenças entre classes passou a incluir a variância dos alunos dentro das classes. Isso mudou o foco do estudo. Ele deixou de ser um estudo sobre o impacto que o método produzia no aprendizado de leitura de cada aluno e passou a ser, na verdade, um estudo em que se comparavam os efeitos dos desempenhos dos professores, ou de seus estilos de ensino. Outra consequência foi a perda de "*statistical power*", já que o total de dados de 9.141 crianças foi reduzido à comparação de 15 médias. É curioso observar que mesmo pesquisadores renomados, como os autores desse estudo, incorreram em erros desse tipo. Mais grave ainda, tentaram superar esses problemas usando ANCOVA (análise de covariância), mas caíram nos mesmos problemas, pelas mesmas razões. É relevante mencionar que um artigo contendo os resultados desses estudos, de autoria de Bond e Dykstra, foi republicado no ano de 1997, na edição de Outubro-Dezembro da *Reading Research Quarterly*, revista da International Reading Association (IRA)[27] .

O que importa para os efeitos da presente revisão são as surpresas escondidas por trás de uma reanálise estatística rigorosa dos estudos de Bond e Dykstra, tal como a realizada por McGuinness (2005). Em primeiro lugar, a referida autora identificou os dados de desempenho individual dos alunos nos testes Fry Oral Reading Test e Gates-MacGinities Reading Test (testes de leitura de palavras). Essa análise apresentou os seguintes resultados:

• O método *Lippincott* foi superior em seis de seis comparações com *Initial Teaching Alphabet* e em sete de 10 comparações com *Basal Readers*.

• O método *Basal + phonics* foi superior em cinco de oito comparações.

---

[27] A IRA – International Reading Association – endossou institucionalmente a concepção do ensino da *"whole language"* até quase o final da década de 1990. Como resposta à publicação do livro *Beginning to Read*, a IRA expulsou de seus quadros a autora, Marilyn Jaeger Adams. Dezessete anos depois de sua publicação pela MIT Press o livro é a obra mais citada do mundo no campo da reading research. À época de seu lançamento colocou em cheque a sabedoria convencional sobre alfabetização. E foi tido por membros da IRA como *"the work of the devil"*. Já sua autora foi identificada como alguém que deveria ser *"shot with a silver bullet"*. É o que relata Linnea Ehri em *Research on Learning to*

• O método do *language experience* foi superior em duas comparações.

• O método de *Linguística* não foi superior em nenhuma comparação.

• O método "basal-reader" – que era a estratégia de alfabetização utilizada em mais de 95% das classes no país - não foi superior em nenhuma de 36 comparações com outros métodos.

Em segundo lugar, McGuinness reanalisou os resultados com base nos escores individuais dos alunos, e não com base nas médias dos grupos. Os resultados estão apresentados nos Quadros 3 e 4.

Com base nas notas individuais dos alunos, McGuinness observou que a maioria se encontrava no nível de leitura esperado para a série respectiva, ou seja, o nível 1.7 (primeira série, sétimo mês de aula). Em todas as comparações, o escore dos grupos que usaram algum tipo de *Basal-reader* é próximo disso, porque os testes usados haviam sido calibrados com a "norma", ou seja, a norma estabelece, por definição, o nível esperado de leitura para cada mês do ano letivo. No entanto, os resultados do método Lippincott situavam-se um pouco, mas não muito, acima dos demais: o "não muito acima" (2.2) equivale a 6 meses letivos de avanço, efeito que não existe em nenhuma das outras intervenções.

Com base em sua revisão dos estudos de Chall e de Bond & Dykstra, McGuinness observa que o impacto produzido por eles foi negativo, na medida em que, ao invés de estimular novas pesquisas, inibiram a produção de novos estudos sobre impacto dos métodos de alfabetização no desempenho

---

*Read and Spell: a personal-historical perspective,* na 1997 *Society for the Scientific Studies of Reading Presidencial Adress*. A IRA só abandonou sua postura militante e anticientífica nesse campo quase ao final da década de 1990, às vésperas da publicação do *NRP Report*, quando readmitiu Adams em seus quadros. Tudo isso é mencionado para sublinhar o contexto ideológico em que as discussões sobre alfabetização ainda continuaram a transcorrer, mesmo dentro de círculos relativamente sofisticados da comunidade acadêmica e científica. Isso também é posto em relevo para registrar que nem toda publicação em revista com conselho editorial está isenta de erros, preconceitos e vieses anticientíficos. O texto da conferência de Linnea Ehri está disponível para leitura integral em http://www.triplesr.org/misc/97ehri.html Acesso em 20 de setembro de 2011.

**Quadro 3**
***Médias e nível equivalente na série escolar nos subtestes do Stanford Reading Reading Test***

| Grupo | Leitura de palavra | Nível na série | Compreensão de parágrafo | Nível na série | Vocabulário | Nível na série | Soletrar | Nível na série | Estudo de palavras | Nível na série |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Basal 1.028 | 20.1 | 1.7 | 19.6 | 1.7 | 22.0 | 1.9 | 11.4 | 1.9 | 35.9 | 1.9 |
| I.T.A. 1.055 | 23.2 | 1.9 | 20.9 | 1.8 | 21.9 | 1.9 | 10.8 | 1.9 | 38.6 | 2.0 |
| Basal 722 | 19.0 | 1.7 | 16.7 | 1.7 | 20.2 | 1.7 | 8.7 | 1.7 | 32.8 | 1.7 |
| Basal + Fônico 1.022 | 20.9 | 1.8 | 20.5 | 1.8 | 21.1 | 1.8 | 10.8 | 1.9 | 35.3 | 1.8 |
| Basal 1.523 | 20.0 | 1.7 | 20.7 | 1.8 | 21.2 | 1.8 | 12.1 | 2.0 | 36.6 | 1.9 |
| Exp Ling. 1.431 | 21.5 | 1.8 | 21.1 | 1.8 | 22.1 | 1.9 | 12.3 | 2.0 | 37.3 | 1.9 |
| Basal 597 | 19.1 | 1.7 | 19.2 | 1.7 | 21.5 | 1.9 | 10.8 | 1.9 | 36.3 | 1.9 |
| Lingüístico 760 | 19.0 | 1.7 | 15.8 | 1.6 | 19.6 | 1.7 | 9.3 | 1.7 | 33.8 | 1.8 |
| Basal 525 | 19.6 | 1.7 | 19.6 | 1.7 | 22.2 | 1.9 | 10.8 | 1.9 | 36.1 | 1.9 |
| Lippiccott 488 | 26.6 | 2.2 | 24.4 | 1.9 | 23.7 | 2.2 | 14.1 | 2.2 | 41.4 | 2.2 |
| Basal total.405 | 19.6 | 1.7 | 19.2 | 1.7 | 21.4 | 1.8 | 10.8 | 1.9 | 35.6 | 1.9 |

Obs. O número abaixo dos grupos refere-se ao tamanho das respectivas amostras

**Quadro 4**
***Médias nos testes individuais***

| Grupo | N | Gilmore Precisão | Gilmore Ritmo | Fry Palavra | Gates Palavra |
|---|---|---|---|---|---|
| Basal | 149 | 23.3 | 59.0 | 7.4 | 13.3 |
| I.T.A. | 163 | 26.0 | 60.0 | 17.2 | 19.3 |
| Basal | 161 | 21.6 | 59.2 | 6.2 | 12.1 |
| Basal + Fônico | 204 | 23.5 | 59.9 | 9.9 | 14.5 |
| Basal | 138 | 18.9 | 52.2 | 5.9 | 12.1 |
| Experiência c/ linguagem | 134 | 21.8 | 53.0 | 9.1 | 13.8 |
| Basal | 120 | 23.3 | 59.1 | 6.5 | 12.1 |
| Linguístico | 146 | 17.9 | 43.8 | 7.8 | 10.5 |
| Basal | 97 | 24.4 | 56.2 | 6.0 | 12.3 |
| Lippincott | 94 | 29.5 | 62.4 | 18.4 | 20.5 |
| Média Basal | | 22.3 | 57.2 | 6.4 | 12.4 |

em leitura. Nas conclusões daqueles autores – que ou não analisaram devidamente os dados ou não focalizaram sua atenção no que os dados diziam – ficou a impressão de que métodos pareciam não fazer diferença e o desempenho no aprendizado de leitura parecia depender exclusivamente da habilidade do professor[28]. A questão do impacto dos métodos no desempenho em leitura perdeu interesse, pois tanto Chall quanto Bond & Dykstra, apesar das evidências, deixaram a impressão de que a discussão sobre métodos era irrelevante.

É curioso ressaltar que, tal como no estudo de Chall, a conclusão do relatório de Bond e Dykstra mencionou – embora não tenha chamado atenção para isso – alguns aspectos que poderiam ter mudado o curso das pesquisas e das políticas públicas de alfabetização. Os autores do referido estudo reconhecem, nas suas conclusões e recomendações, que os métodos ITA e Lippincott, que foram superiores aos demais, "encorajam as crianças a escrever símbolos na medida em que eles aprendem a reconhecê-los e a associar esses símbolos com sons". A observação, inteiramente suportada pelos dados, ficou enterrada no meio a outras considerações, e poderia ter mudado o curso da discussão sobre métodos de alfabetização. Mas não foi isso que ocorreu. As seguintes afirmações também se encontram "enterradas" em diferentes partes do relatório:

• Discriminar fonemas pode ser importante para aprender a ler.

• Aprender a decodificar é mais importante do que decorar palavras. Crianças que utilizam apenas os "*basal readers*" apresentam sérios problemas de decodificação.

• Um método de alfabetizar com as seguintes características produziu ganhos muito maiores do que os demais: regularidade símbolos-sons, vocabulário amplo mas controlado, introduzido sistematicamente, copiar letras, palavras e frases dizendo a que símbolo corresponde as palavras, ler textos com ênfase num fonema em particular.

• O que os professores fazem não é predizível, tem enorme importância e precisa ser investigado de forma quantitativa, em conjunção com estudos sobre métodos em salas de aula.

---

[28] A posição relativista nesse campo, que atribui todas as diferenças ao professor, vem sendo avaliada mais recentemente no contexto dos estudos situados sob a égide da "educação baseada em evidências". A ideia de que tudo depende do professor é considerada perigosa na medida em que, por um lado, ignora o fato de que o professor aprendeu suas práticas em algum lugar, e, portanto, ela não é espontânea ou natural. Por outro lado, exclui a atividade de ensino e a profissão do magistério do âmbito do estudo científico, já que tudo dependeria exclusivamente de intuições particulares, pessoais, não comunicáveis e idiossincráticas, comparáveis à magia ou ao ocultismo.

• É pouco relevante perguntar ao professor sobre o que ele faz ou pensa que faz, bem como analisar diários dos professores. Para se chegar a alguma conclusão segura sobre o efeito de métodos ou da ação de professores é observar o que efetivamente ocorre na sala de aula.

Em síntese, os estudos de Chall, e de Bond e Dykstra falharam em revelar o que realmente aconteceu: a superioridade do programa Lippincott em todas as comparações. Além disso, deixaram a impressão de que sucesso de métodos de alfabetização não pode ser previsto. Isso levou a reforçar a ideia equivocada de que o que importa é o professor. Um dos resultados negativos desses estudos foi que eles ensejaram poucos trabalhos rigorosos sobre métodos de alfabetização. Foi por essa razão que o NRP ao qual nos referiremos detalhadamente adiante, só conseguiu qualificar 38 estudos de comparação do efeito de métodos de alfabetização num total de 1072 inicialmente identificados. E quase metade era relativo a alunos atrasados, com dificuldades de aprendizagem de leitura. Ou seja: sobraram apenas poucos estudos rigorosos. Esse vácuo na literatura permitiu o florescimento dos "*basal readings*" e do movimento do "*whole language*" [29].

[29] Sob a designação genérica de concepção construtivista da educação, seja em versão sociointeracionista seja em sua versão psicogenética, ideias e práticas do movimento *whole language* foram assimilados pela *intelligentsia* educacional brasileira e integrados a nossa educação escolar nas últimas duas décadas e meia, particularmente no campo do ensino da língua portuguesa. Teóricos da pedagogia alfabetizadora *mainstream* brasileira tendem a rejeitar tal afirmação. Acoimam-na de simplificadora. Não obstante, é impossível negar a identidade entre o equacionamento pedagógico da questão do ensino da leitura consignado nos Parâmetros Curriculares Nacionais e nas Diretrizes

# ESTUDOS SOBRE CUSTO DE OPORTUNIDADE DO USO DO TEMPO NAS CLASSES DE ALFABETIZAÇÃO

Apesar do desinteresse pela questão, durante as três últimas décadas do século XX foram produzidos alguns estudos importantes que lançaram luz sobre aspectos dos métodos de alfabetização, e que, no seu todo, reforçam as evidências sobre a superioridade dos métodos fônicos, bem como sobre as razões pelas quais eles são mais eficazes. Nesta seção serão revistos os principais estudos e suas conclusões. Esses estudos dão-se paralelamente à importante revisão da literatura sobre alfabetização realizada por Adams (1990) e são concomitantes com o trabalho que culminou na publicação do Relatório do NRP no ano de 2.000. Sintetizamos abaixo as principais conclusões desses estudos.

**1. Projeto Follow-through**

O projeto Follow-through foi o maior experimento educacional conduzido no mundo. Ele investigou diversas intervenções nas quais foram empregados distintos materiais e métodos de alfabetização. O projeto foi desenvolvido em mais de cem distritos escolares dos Estados Unidos a partir do ano de 1969. Os modelos de alfabetização variaram desde concepções cognitivas genéricas (intervenções baseadas em teorias psicológicas de desenvolvimento) até modelos com ênfase em variáveis afetivas ou desenvolvimento de "autoestima".

Dentre essas intervenções, a que utilizou o Programa DISTAR (Stebbins et al. 1977) teve resultados melhores que os demais.

---

Curriculares das Secretarias Estaduais de Educação de todos os estados do Brasil e a caracterização que os próprios elaboradores e divulgadores da *whole language* fazem de seu movimento. *Whole language* (WL) é, antes de tudo, uma abordagem teórico-prática que visa uma sociedade justa, democrática e acolhedora da diversidade. A perspectiva da *whole Language* privilegia noções teórico-filosóficas tanto sobre a linguagem e aprendizagem de línguas quanto sobre a própria realidade. No horizonte da *whole Language* a linguagem é uma extraordinária ferramenta humana de construção (não de simples reconhecimento) de significados. Do seu ponto de vista, o aprendizado da linguagem não significa o domínio de elementos separados (palavras, sons, frases), mas sim o apossar-se do supersistema de uma prática social que, a um só tempo, libera e constrange. Não é por meio de exercícios repetidos, de modo a que os elementos da linguagem possam ser usados posteriormente em outras situações, que se entra na posse da linguagem. Ao contrário, é pelo seu uso real e mais produtivo possível, em interação com quem, além de usá-la, mostra seu funcionamento prático e suas finalidades.

Trata-se de um programa estruturado de ensino que usou método fônico. Esse programa foi comparado com oito modelos diferentes de alfabetização e mostrou-se significativamente superior a todos eles nos três conjuntos de indicadores: habilidades básicas de alfabetização, habilidades cognitivas e habilidades afetivas.

**2. Estudo de Evans e Carr (1985)**

Esses autores compararam dois grupos de 10 classes. O tratamento A foi baseado na proposta "*whole language*", e o tratamento B, no "método fônico". Participaram do estudo 400 crianças, tendo sido feitas 50 observações em períodos de 10 segundos. O comportamento do professor e suas interações com os alunos em sala de aula também foram codificados. Os pesquisadores observaram diferenças marcantes entre os professores na alocação do tempo às diversas atividades. Os resultados no teste de compreensão de leitura revelaram que os alunos que participaram do tratamento B obtiveram resultados significativamente superiores. Outros resultados de interesse do estudo encontram-se sintetizados abaixo:

• O tempo gasto memorizando palavras foi negativamente relacionado com leitura.

• O maior tempo empregado pelo grupo A em atividades de compreensão não afetou a nota em compreensão.

• A leitura silenciosa em grupo teve correlação fortemente positiva com desempenho.

• A leitura silenciosa individual não teve correlação com o desempenho.

• As observações acima, algumas das quais contrariam o senso comum, serão retomadas adiante.

**3. Sumbler (1999)**

Sumbler (1999) replicou a pesquisa anterior de Evans e Carr. Ele também comparou dois grupos de 10 classes. O Grupo A adotou um enfoque eclético, balanceado, a critério do professor. O Grupo B utilizou o método Jolly Phonics, o mais semelhante ao protótipo apresentado no início deste trabalho. Exemplos de atividades de "fônica" usadas nesse método incluíam soletrar oralmente, identificar oralmente

a letra correspondente ao som, aprender correspondências entre sons e letras, analisar e sintetizar fonemas.

Os resultados indicaram diferenças marcantes entre os professores no tempo dedicado a atividades relevantes à alfabetização, replicando, também nisso, os achados de Evans e Carr. Foram usados testes padronizados de leitura e ditado. Em todos os testes o grupo B se mostrou à frente do outro grupo. Outro resultado interessante foi a verificação de correlações altas entre tempo gasto em atividades de "fônica" (.48 a .62) e cópia ou escrita de letras e palavras (.50 e .55). Como no estudo de Evans e Carr, Sumbler também identificou o efeito negativo de atividades de leitura, vocabulário e compreensão de textos nos resultados do teste, o que possivelmente se explica pelo custo de oportunidade que essas tarefas exerceram, em detrimento de atividades próprias de alfabetização.

**4. Meyer et al. (1994)**

No estudo de Meyer et al. (1999) foi feita uma comparação entre dois grupos de crianças de duas coortes (kindergarten e 1ª série, crianças de cinco e seis anos), em três distritos escolares. O estudo foi realizado e acompanhado durante dois anos letivos. Esse estudo corrobora estudos anteriores sobre o custo de oportunidade de tarefas não diretamente relevantes ao processo de alfabetização. Os autores encontraram correlação negativa entre tempo de leitura de histórias e desempenho nos vários testes, especialmente no teste de decodificação. Por outro lado encontraram correlação positiva (. 44 a .66) entre ensinar a decodificar e desempenho nos cinco testes de competências específicas de leitura. Esse estudo, como outros selecionados nesta seção, ilustram a importância da escolha da variável independente, ou seja, de testes de alfabetização que efetivamente meçam as competências relevantes, e não apenas das variáveis dependentes, ou seja, das variáveis associadas aos métodos de alfabetização sendo comparados.

**5. Estudos sobre a importância de escrever as letras: Hulme (1981), Hulme e Bradley (1984), Hulme, Monk e Ives (1987).**

Hulme liderou vários estudos que nos permitem entender a importância de escrever as letras para a aquisição das relações entre fonemas e grafemas. Para tanto, ele usou diferentes

métodos de lidar com as letras, tais como copiar, usar cartões, usar cartelas. Nesses estudos, o autor comparou o tempo de aprendizagem das crianças para aprender relações entre fonemas e grafemas. Os resultados foram mais favoráveis ao grupo que escrevia ou copiava as letras. A explicação subjacente é que a atividade motora promove a memória, força o aluno a prestar a atenção e manter na memória a imagem da palavra de forma mais diferenciada. Esses estudos são corroborados por vários outros mais recentes a respeito dos benefícios do ensino da caligrafia, cópia, bem como das vantagens superiores em ortografia de alunos que, durante o processo de alfabetização, escrevem à mão vs. usando o computador. Esses achados também foram reforçados com as conclusões do estudo de Cunningham e Stanovich (1990), que comparou três grupos engajados numa tarefa de aprender a soletrar palavras novas. Os tratamentos incluíram copiar as palavras à mão, usar cartelas ou digitar as palavras no computador. O grupo que copiou à mão escreveu o dobro de palavras corretas comparado aos demais grupos.

### 6. Estudos sobre o efeito de exposição à ortografia correta e incorreta

Outro tema relacionado à importância da exposição às letras e à forma correta das palavras durante o processo de alfabetização foi aprofundado nos estudos de Ehri e Wilce (1987 Urhy e Shepherd (1993), ao contrário do que é proposto pelos defensores da "escrita espontânea" e pelos adeptos de métodos naturais, linguísticos, "*whole language*", construtivistas e sociointeracionistas. A evidência empírica a respeito da eficácia da escrita espontânea ou escrita emergente como método de ensinar a escrever aponta para várias inconveniências de seu uso. Os estudos já mencionados de Uhry e Shepherd demonstraram que dizer o nome da letra não ajuda a formar a nova palavra (como no bê-a-bá-rê-a-rá-tê-a-ta, barata). Pesquisas cujos resultados foram publicados recentemente mostram como é equivocada a crença de que no processo de aprendizagem da leitura e escrita as crianças passariam por um estágio silábico. Tal crença ainda é, atualmente, muito enraizada; tanto entre educadores latino-

americanos quanto entre educadores europeus da península ibérica (Pollo et al, 2005). Sobre isso, Snow (2006) relembra as dificuldades relatadas por Gabriel Garcia Marques: "*Me costó mucho aprender a leer. No me parecía lógico que la letra m se llamara eme, y sin embargo con la vocal siguiente no se dijera emea sino ma. Me era imposible leer así*." [30]

Os resultados dos estudos com o método de Lippincott, ao contrário, dizem que identificar o som das letras ajuda. Um estudo de Treiman e Tincoff (1997) demonstrou que aprender o nome das letras focaliza a atenção na sílaba, e não nos fonemas, o que bloqueia a aprendizagem do princípio alfabético.

O objetivo de incluir na presente revisão esse conjunto de estudos aparentemente tão díspares, e mesmo antes de apresentar os resultados do NRP, foi para ressaltar o custo de oportunidade do emprego de tempo nas classes de alfabetização. Esses vários estudos mostram que o uso do tempo nas classes de alfabetização é mais produtivo com atividades de fônica, que promovem a competência de leitura. Em outras palavras, há um *trade-off* entre fazer certas coisas em detrimento de outras. As evidências sobre o que fazer são contraintuitivas. É difícil imaginar que contar histórias ou desenvolver vocabulário e tantas outras atividades possa prejudicar os alunos. No entanto, quando se mede a capacidade de leitura, elas se revelam não produtivas ou deixam transparecer seu impacto negativo. Alguns estudos também demonstram o efeito negativo de adivinhar o formato das palavras ou decorar palavras ao invés de usar esse tempo para desenvolver a habilidade de decodificar. Essa evidência está amplamente documentada em estudos como os de McGuinness (1997 e 1997a), Barr (1972, 1974/75), Vellutino e Scanlon, 1987). Também está documentada a razão do seu efeito negativo (Boronat e Logan, 1997): o aprendiz presta atenção àquilo que está automaticamente codificado no cérebro e é automaticamente sinalizado para a memória. A atenção age como uma pista para recuperar as associações que estão na memória. O que você ignora não é codificado. Quanto mais uma criança presta atenção nos padrões errados e em combinações de letras e sequências

[30] Esse relato de Garcia Marquez está citado à página 7 do artigo "What Counts as Literacy in Early Childhood". Trata-se de um texto publicado em K. McCartney & D. Phillips (Eds.), Blackwell handbook of early childhood development. Malden, MA: Blackwell. Pode-se ler uma versão integral do artigo em http://gseweb.harvard.edu/~snow/CV/Publication%20PDFs/SNOWWhat%20counts%20as%20literacy%20in%20early%20childhood_final.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011.

de letras (e não nos fonemas), mais isso se torna habitual e automático. Com essas advertências em mente, analisemos agora as evidências do NRP.

### *Evidências do National Reading Panel Report (NRP)*

O NRP Report (NRP-2000) tem como subtítulo "Uma avaliação baseada em evidências da literatura científica sobre leitura e suas implicações para o ensino da leitura". Em 1997, por determinação do Department of Labor, Health and Human Services, and Education and Related Agencies do Senado dos EUA o painel foi convocado pelo diretor do National Institute of Child Health and Human Development e pelo Departamento de Educação. Sua tarefa: fazer um balanço das evidências científicas sobre alfabetização e ensino da leitura que poderiam ser usadas na sala de aula. O painel incluiu 14 cientistas renomados e teve como ponto de partida a publicação de Snow, Burns e Griffin (1998) que havia sido elaborada sob a égide do National Research Council (NRC). Com base nesse estudo, que já identificara as áreas mais críticas para o ensino da leitura e sobre as quais havia um corpo suficiente de pesquisas e evidências, foram selecionados os tópicos que seriam objeto da revisão. O NRP decidiu concentrar-se nos seguintes temas, considerados mais críticos e relevantes para responder ao seu mandato: consciência fonêmica, métodos fônicos, fluência, vocabulário e compreensão de leitura [31]. A presente revisão da literatura se concentra no capítulo II do NRP, que trata dos métodos. Uma das perguntas específicas feita pelo grupo de trabalho era se "o ensino por métodos fônicos contribui para melhorar o desempenho dos alunos, e, em caso afirmativo, como é a melhor forma de promover esse ensino". Os detalhes sobre metodologia, critérios, amostras e outras tecnicalidades do NRP encontram-se na introdução do referido relatório. Apresentamos uma breve síntese dos aspectos metodológicos mais relevantes para a presente revisão.

A revisão da literatura partiu do exame de mais de 100 mil estudos publicados desde 1970, que foram identificados pelo

---

[31] O subgrupo responsável pela análise da importância do ensino de consciência fonêmica, por exemplo, encontrou "effect sizes" de .86, o que significa que os alunos submetidos a esse tipo de treinamento foram beneficiados na aprendizagem de leitura e escrita. Os resultados relacionados ao ensino de vocabulário e compreensão também lançam novas luzes sobre algumas questões importantes do ensino da língua, mas não têm relação direta com o objeto da presente revisão.

cruzamento localizadores em várias bases de dados. Cada artigo foi submetido a uma triagem com base em quatro critérios: (1) estudo experimental ou quase-experimental com grupo de controle; (2) publicado após em 1970 e em revistas científicas com conselho editorial (*referees*); (3) os dados deveriam ter sido usados para testar hipóteses sobre eficácia de métodos fônicos vs. não fônicos; (4) o teste para comparar desempenho deveria medir indicadores de competência de leitura – e não de vocabulário, compreensão ou outras variáveis não diretamente relevantes ao processo de alfabetização. [32]

Como resultado dessa triagem, 75 estudos foram selecionados para análise, posteriormente reduzidos a 38, após uma aplicação mais rigorosa dos critérios acima listados. Disso resultou um conjunto de 66 casos que, por sua vez, permitiu realizar 62 comparações entre vários tipos de intervenção. A pergunta central a ser respondida pelos testes estatísticos era se o uso de métodos fônicos aumenta o desempenho da leitura e, se positivo, quais os tipos mais eficazes de intervenção.

A razão do grupo para focalizar a análise na eficácia dos métodos fônicos decorreu do estudo anterior já mencionado do NRC e que indicava a superioridade desses métodos. Além disso, os investigadores constataram a falta de estudos científicos sobre o enfoque global (*whole language*) e de outras intervenções baseadas em "*basal readers*" – apesar de essas abordagens serem usadas em mais de 90% das salas de aula ao longo das décadas de 70 a 90, quando se publicou a maioria dos estudos revistos pelo NRP. STAHL e MILLER (1989) fizeram revisão de literatura sobre "*whole language/language experience*" e encontraram apenas 46 estudos, dos quais apenas 17 com dados que permitiram computar "*effect sizes*". Esse estudo apresenta 58 comparações não significativas, 26 favoráveis ao "*whole language*" e 16 favoráveis aos "*basal readers*". Essa vantagem, no entanto, somente aparecia em testes que não

---

[32] O leitor brasileiro deve observar a importância desse aspecto, pois no Brasil é usual a confusão entre alfabetização e compreensão. Em nosso país, para falar em termos rigorosamente científicos, não há testes de alfabetização. Aqui, os "testes" normalmente usados para "medir nível de alfabetização" na verdade não contemplam dimensões relevantes da alfabetização. O NRP, partindo de uma definição clara do que é ler e do que é compreender, pode controlar o impacto de intervenções sobre essas diferentes dimensões da aprendizagem da leitura.

mediam leitura (ex: conceitos de texto impresso), e eram limitados a classes de pré-escola (*kindergarten*, crianças de cinco anos). Ademais, dos 17 estudos com dados suficientes para computar "*effect sizes*", apenas quatro haviam sido publicados em revistas com conselho editorial e, nesses quatro estudos, as vantagens dos métodos de "*whole language*" se limitaram a conceitos de "familiaridade com texto impresso"ou "prontidão para alfabetizar".

O estudo do NRP consistiu na realização de metanálises dos estudos selecionados, comparando-se as médias obtidas nos estudos com a utilização de análise de variância. As diferenças são apresentadas na forma de E.S. (*effect size*). O E.S. é obtido pela transformação de médias e desvios-padrão em unidades de desvio padrão (m1 – m2/dp1 + dp2 x .5). Dessa forma um E.S. de 1.0 significa uma diferença de 1 desvio padrão. Num teste padronizado de leitura, nos EUA, um E.S. de 1 significa uma diferença de 15 pontos, ou seja, percentil 80 vs. percentil 50. Trata-se, portanto, de uma diferença apreciável. Os resultados apresentados adiante constituem uma síntese do que é apresentado nas páginas 2-92 a 2-176 do NRP.

A pergunta central do estudo era se os métodos fônicos seriam mais eficazes. O resultado global das comparações indica um E.S. de .44 a favor de métodos fônicos vs. outros métodos. Esse E.S. inclui o cômputo de todas as medidas de leitura, grupos de idade, tipos de população e nos vários desenhos experimentais. A resposta, portanto, é inequivocamente positiva em relação aos métodos fônicos. A diferença a favor dos métodos fônicos equivale a praticamente meio desvio padrão. Essa pergunta também foi formulada de maneira diferente, para saber se os métodos fônicos foram superiores a cada uma das outras intervenções analisadas, tais como programas de fônica não sistemática, "basal programs", "whole language" e "whole-word". A resposta foi favorável aos métodos fônicos, o E.S. varia de .31 a .51 dependendo da comparação. O relatório afirma textualmente que "os alunos submetidos ao método fônico superaram o desempenho dos alunos ensinados por todos os outros métodos".

A segunda pergunta era se alguns, dentre os métodos fônicos, seriam mais eficazes do que outros. O relatório aponta que os métodos fônicos sintéticos apresentam E.S. superiores de

.27 a .45 aos demais tipos de métodos fônicos, dependendo da intensidade da implementação. A comparação entre sete programas de fônica sintética não demonstrou diferença entre eles. Portanto, a resposta do NRP é que existem métodos fônicos mais eficazes do que outros.

Outra pergunta respondida pelo relatório era se o método fônico funciona melhor com crianças mais novas. A resposta é positiva: os E.S. foram de .56, .54 e .27 respectivamente para alunos de cinco, seis e sete anos ou mais. Esses dados são importantes na medida em que corroboram os achados da neurociência em relação à idade mais apropriada para iniciar o processo de alfabetização. Também confirmam dados reportados no estudo já mencionado de Chall (1990) a respeito da dificuldade crescente em alfabetizar crianças que não foram alfabetizadas no tempo correto.

O método fônico seria mais adequado para crianças que apresentam dificuldades para aprender a ler? A resposta a essa pergunta também foi positiva. Os dados do NRP indicam E.S. de.58 e .74 respectivamente para crianças de seis e sete anos de idade consideradas como de alto risco.

Uma pergunta adicional respondida pelo NRP era se o método fônico ajuda a desenvolver competências de compreensão, além de competências de decodificação. Também nesse aspecto a resposta é positiva, e indicada pelo E.S. de .51 para crianças de seis anos. Os resultados não são conclusivos para crianças de sete anos e mais. Isso possivelmente revela a exigência crescente de competências de vocabulário e compreensão nas séries mais avançadas, e reforça a independência entre as competências de leitura e compreensão.

Uma das questões já antecipadas no presente documento refere-se à aprendizagem da ortografia e da influência de métodos de alfabetização sobre o desempenho ortográfico. O NRP pesquisou se o uso do método fônico ajudaria no desenvolvimento da ortografia (soletrar). O E.S. foi de .67 a favor das intervenções que usaram o método fônico nas séries iniciais, portanto, francamente positivo. Nas demais séries o resultado é misto. Isso se deve ao fato de que a ortografia exigida em níveis mais elevados de escolaridade requer outras informações além da transcrição fonética.

Uma das questões mais importantes – que já havia sido suscitada no relatório anterior do NRP – refere-se à eficácia diferencial dos métodos fônicos: seriam eles igualmente eficazes para crianças de todos os níveis socioeconômicos? A evidência é positiva: o E.S. foi de .66 para crianças de baixo nível socioeconômico e de .44 para alunos de classe média. Isso significa que os métodos fônicos são eficazes para todos os tipos de aluno, mas particularmente mais eficazes com alunos que provêm de ambientes mais desfavorecidos do ponto de vista socioeconômico.

Do ponto de vista metodológico, os autores do NRP tentaram verificar se os estudos que demonstram a superioridade dos métodos fônicos eram os mais rigorosos ou os menos rigorosos dentre os estudos em análise. Os resultados indicaram que os efeitos positivos do método fônico permaneceram quando se utilizaram os dados dos estudos mais rigorosos, apresentando E.S. de .45 – semelhante aos resultados de estudos quase-experimentais que apresentaram E.S. de .43.

Finalmente, o NRP responde de maneira categórica ao mandato que lhe foi confiado: as evidências são suficientes para recomendar o uso sistemático de métodos fônicos nas escolas? Apesar dos dados apresentados acima, o relatório é reticente na sua resposta. Mas diz, com clareza, que

> *".... these facts should persuade educators and the public that systematic phonics instruction is a valuable part of a successful classroom reading program. The Panel's findings summarized above serve to illuminate the conditions that make phonics instruction especially effective".*

---

[33] Rayner, Keith; Foorman, Barbara; Perfetti, Charles; Pesestsky, David; Seidenberg, Mark S. How should reading be taught? Scientific American, March, 2002. Esse artigo, escrito por alguns dos cientistas que mais contribuíram para o conhecimento científico da leitura nas últimas décadas, está acompanhado do seguinte comentário de capa: *"Educators have long argued over the best way to teach reading to children." The research, however, indicates that a highly popular method is inadequate on its own."* Esse mesmo artigo revela o episódio em que dezenas de pesquisadores, linguistas e psicolinguistas, inclusive dois dos autores desse artigo, assinaram um documento rejeitando a aprovação do Massachusetts Education Reform Act of 1993, que tornou oficial no Estado um currículo de alfabetização que ia de encontro às evidências científicas sobre procedimentos eficazes para alfabetização. Tratava-se de um currículo de alfabetização baseado na *whole language*, e que foi revogado em função das evidências apresentadas nesse documento.

[34]É curioso ressaltar que em nenhuma publicação acadêmica, dissertação

Menos do que dúvidas metodológicas, esse parágrafo pode ser interpretado como a deferência dos autores do relatório ao clamor corporativista a favor dos métodos prevalentes, mesmo que ineficazes, de alfabetização.[33]

Também no caso do NRP, os fatos apresentados falam mais alto do que as conclusões dos seus autores. Mas, diferentemente dos estudos de Chall (1967) e Bond e Dykstra (1977), o NRP suscitou uma avalanche de estudos e publicações. Até o momento não foi publicado, em revistas científicas, nenhum artigo que invalide suas recomendações centrais sobre a questão dos métodos de ensino.  Houve, e continua havendo questionamentos de natureza geral a respeito do mesmo (Strauss, 2003; Garan, 2002 e 2004).  Para responder a esses questionamentos, o NICHD publicou, em 2007, o livro *The Voice of Evidence in Reading Research*, e, em seu capítulo 11 analisa as críticas levantadas ao NRP (McCardle & Chhabra, 2004). A quase totalidade dessas críticas é de fundo ideológico e/ou não tinha consistência científica. As críticas foram devidamente rebatidas no referido estudo.  Ao lado do livro seminal de Adams (1990), o NRP continua batendo todos os recordes de citação nas publicações acadêmicas sobre alfabetização e nas propostas de políticas de alfabetização dos governos em todo o mundo [34].

Mas a principal crítica ao NRP não veio dos que contestam a superioridade dos métodos fônicos. Surpreendente e ironicamente ela foi publicada por McGuinness, que há décadas demonstrava, por meio de investigações científicas e revisões de outros estudos, a importância e eficácia do uso desses métodos. Dessa crítica nos ocuparemos em seguida, depois de apontarmos os resultados de uma revisão sistemática da literatura que confirmou os dados de um importante trabalho realizado no âmbito do NRP.

---

de mestrado ou tese de doutorado sobre alfabetização no Brasil, programas oficiais ou recomendações do Ministério da Educação ou das Secretarias de Educação, no Brasil, conste qualquer menção sequer à existência de trabalhos como os citados na presente revisão da literatura. Ver, por exemplo, A Pesquisa Sobre Leitura no Brasil: 1980-2000. Ela constitui uma base de dados de um projeto dirigido por Norma Sandra de Almeida Ferreira disponível para consulta online em http://www.fe.unicamp.br/alle/catalogo_on-line/abrir.swf Acesso em 20 de setembro de 2011.

[35] Carole Torgerson é Professor of Experimental Design in the University of Birmingham School of Education.  Sua área de interesse está configurada nos campos da *research synthesis* e do desenho experimental na pesquisa educacional. Seu trabalho mais substantivo nesses campos refere-se à alfabetização e ao aprendizado do inglês como língua materna. Ela se dedica hoje ao empreendimento de várias revisões sistemáticas e a discussão de questões metodológicas envolvidas nessas revisões.

### *A revisão de Carole Torgerson* [35]

O termo "*tertiary*" *review* poderia ser livremente traduzido na expressão revisão de revisões. Refere-se ao aprofundamento e aperfeiçoamento da metodologia das revisões sistemáticas de literatura científica. A visibilidade dos resultados produzidos por essas revisões transformou-se em um dos fatores de indução do paradigma da *evidence based policy*. Isso reforça o elo entre a pesquisa e a prática. Essas revisões são potentes mecanismos de transformação de informação em conhecimento. Elas reúnem, organizam e avaliam criticamente as informações científicas disponíveis. Além disso, diferentemente do que fazem as revisões narrativas, usam parâmetros objetivos para julgar a relevância científica das evidências disponíveis e quantificam essas informações, sobretudo quando as utilizam o procedimento da metanálise. Metanálise é o método estatístico que integra o resultado de dois ou mais estudos primários. Assim, as revisões sistemáticas, principalmente com metanálise, transformam-se em mananciais de evidências. Tomadores de decisão, principalmente no âmbito dos governos, pressionados pela demanda social de eficácia das ações e de bom uso dos recursos sempre limitados, podem lançar mão dessas evidências para formular e aplicar políticas públicas (quando conseguem vencer as forças políticas e ideológicas que se organizam para neutralizar essa dinâmica e quando conseguem escapar dos circunlóquios pseudofilosóficos).

Com o aumento da atenção dada à educação no campo das políticas governamentais, mercê do conhecimento crescente sobre seu o impacto na economia (HANUSHEK et al. 2008) e em função da percepção dos benefícios individuais e sociais de uma educação eficaz (OECD 2007), intensificou-se a demanda por evidências acumuladas na pesquisa educacional. Mas nessa maré montante de demanda por evidência vieram à tona, e ficaram patentes, a fragilidade dos conhecimentos produzidos no campo da pesquisa educacional e a precariedade da informação educacional para embasar políticas efetivas (Shavelson & Towne, 2002). Esse processo induziu, sobretudo nos EUA e Inglaterra, modificações no campo da pesquisa social em geral e no campo da pesquisa educacional em particular.

No caso da educação, a pesquisa em leitura foi uma das áreas em que houve verdadeira revolução nos últimos 25 a 30 anos. O trabalho de Carole Torgensen aqui examinado concretiza uma ação de aprofundamento e de refinamento do grau de relevância científica da pesquisa educacional. Adotando os parâmetros de cientificidade do campo das pesquisas médicas a pesquisa educacional, pode se credenciar a prover adequadamente a demanda de *evidence based educational policies*.

O foco da revisão foi uma definição psicologicamente estrita de leitura que envolveu a identificação e reconhecimento de palavra, além da compreensão e produção de texto. A qualidade das revisões nela analisadas foi aferida por intermédio de uma adaptação do QUOROM – *Quality of Reporting of Meta-analyses* – um protocolo para apropriada divulgação de relatórios de metanálises desenvolvido para a pesquisa na área de saúde. O *checklist* do QUOROM foi adaptado para metanálise educacional. Reconhecendo que é de larga aceitação na comunidade científica o fato de que o método de maior confiabilidade para o estabelecimento de conexões causais entre intervenção de ensino de leitura e resultado em aprendizado de leitura é alguma forma de pesquisa experimental, o objetivo do trabalho foi: identificar todas as revisões sistemáticas sobre ensino de leitura, avaliar sua qualidade usando a adaptação do QUOROM especialmente desenvolvida para tal e reportar os achados mais substantivos dessas revisões sistemáticas.

O levantamento inicial identificou 206 possíveis revisões aptas à inclusão no estudo. Aplicados os critérios de inclusão/exclusão, apenas 14 foram habilitadas. Entre as 14 *systematic reviews* incluídas nesta *tertiary review* estava a revisão sistemática (com metanálise) sobre o efeito da instrução fônica no aprendizado da leitura, realizada no âmbito do subgrupo ALPHABETICS do NRP, acima comentada e descrita (Ehri et al, 2001).[36] Duas foram as conclusões do estudo de *Carole Torgerson* sobre a revisão sistemática realizada por Ehri et al no NRP:

• Ela passou em todos os itens do checklist da adaptação do QUOROM para revisões sistemáticas na área da educação. Sua qualidade científica é indiscutível.

• A superioridade do Effect Size calculado para as intervenções com método fônico confirma que existem fundadas

[36]Esse trabalho foi publicado no ano que se seguiu à divulgação do NRP Report. Ele comporta, para nós brasileiros, uma curiosidade e um enigma. A curiosidade decorre do seguinte: uma de suas coautoras, a brasileira Simone Nunes, mereceu agradecimento explícito na publicação do NICHD que divulgou o NRP Report. O artigo aqui referido, que ela assina em coautoria com Linnea Ehri, foi publicado na Review of Educational Research em 2001, à época número 1 do ranking por fator de impacto no Social Sciences Journal Citation Report, área de Education & Educational Research. Atualmente a revista ocupa a segunda posição nesse ranking. O enigma deve-se ao seguinte: o trabalho de Simone Nunes não é somente desconhecido da pedagogia oficial e da produção acadêmica brasileira na área de alfabetização. Relembrando o já indicado na nota 25 acima, ressaltamos aqui o fato de que o material que a Secretaria de Educação Básica do MEC e as Secretarias de Educação Estaduais e Municipais de Educação do Brasil adquirem e difundem para treinamento e aperfeiçoamento de alfabetizadores brasileiros colide frontalmente com as evidências apresentadas no trabalho do qual Simone Nunes é coautora. Já países como EUA, Inglaterra e França usam, para melhorar o desempenho em leitura de suas crianças, o conhecimento científico de cuja produção ela participou. Outros autores brasileiros com produção acadêmica internacional nesse campo, como Cardoso-Martins e Pinheiro, são ignorados de forma ostensiva nas publicações oficiais e acadêmicas brasileiras que tratam da questão da alfabetização.

evidências científicas de que a instrução fônica estruturada, sistemática e precoce impacta positivamente o aprendizado da leitura, sobretudo em populações com diagnóstico de risco de fracasso na alfabetização.

### *As revisões do NRP por Dianne McGuinness*

Da mesma forma que havia revisto as pesquisas de Chall e Bond e Dykstra, em seu livro *Early Reading Instruction: What science really tell us about how to teach reading* (2004), Diane McGuinness analisa com rigor as evidências apresentadas pelo NRP e contesta algumas de suas conclusões. Ressalta a reticência de seus autores, que se sentiram pressionados entre a evidência dos fatos e as pressões corporativas. As rigorosas análises de McGuinness vão em duas direções, uma de natureza metodológica e outra de natureza lógico-conceitual.

Do ponto de vista metodológico ela apresenta duas críticas. De um lado ela critica o uso indevido das técnicas estatísticas de análise de variância e covariância utilizando médias de grupos, e não de indivíduos.  Ao utilizar as médias de indivíduos, os resultados que já eram favoráveis aos métodos tornam-se ainda muito mais favoráveis. Acrescentando dados de outros estudos não incluídos no NRP, os resultados tornam-se mais favoráveis ainda.  De outro lado ela analisa, separadamente, o impacto de cada tipo de método fônico, concluindo que alguns deles, especialmente os chamados métodos fônicos sintéticos, são muito mais superiores do que todos os demais métodos, fônicos ou não, com diferenças superiores a 1 E.S. (*effect size*) no caso de intervenções como os Programas Lippicott, Lindamood e Jolly Phonics. Não por coincidência esses são programas que incorporam as variáveis descritas no protótipo de métodos fônicos eficazes apresentados no Quadro 1. Outras críticas também se referem ao uso de variáveis dependentes – sempre que a variável dependente se refere a habilidades próprias de leitura, os resultados dos métodos fônicos são mais positivos.

O outro conjunto de críticas de McGuinness ao NRP refere-se à reticência com que seus membros acolheram suas próprias análises. McGuinness é mais categórica nas conclusões que tira de suas revisões. Em síntese, ela conclui (op. cit. p. 319): "Com base nas evidências que sempre estiveram disponíveis em qualquer momento do passado, ou seja, desde a invenção do primeiro alfabeto, a questão que se coloca para a ciência

e para a política pública não é e nunca deveria ter sido a dos métodos fônicos vs. não fônicos: esta não é a questão. A questão que importa é saber que tipo de método fônico funciona melhor. A evidência coletada pelo NRP, e revista em detalhe, mostra a superioridade de dois tipos de métodos fônicos: fônica visual e fônica linguística. Nos métodos de fônica linguística o professor parte dos sons dos principais fonemas (40 em inglês) e os associa com letras. Isso permite ao aluno compreender a reversibilidade do código. Já no método da fônica visual o professor parte das letras, cujas combinações podem gerar mais de 250 sons – isso não permite aprender a reversibilidade.

### *Estudos recentes na Europa*

Embora os problemas de leitura na maioria dos países europeus não sejam tão graves quanto nos Estados Unidos, onde se concentra a maior parte das pesquisas sobre o tema, o problema aflorou a partir da publicação do primeiro estudo internacional que aferiu, por intermédio de testes padronizados, as habilidades de leitura de jovens e adultos de vários países da América do Norte e da Europa.[37] As informações decorrentes da realização de avaliações em larga escala conduzidas internamente por agências governamentais, e internacionalmente por agências intergovernamentais, passaram a mostrar que grande parte da população adulta dos países desenvolvidos não possuía o nível necessário de alfabetismo para continuar a se inserir com sucesso na vida ativa de suas sociedades afluentes. Foi nesse contexto de preocupação crescente com o impacto econômico e social dos níveis de alfabetismo das populações que, na Europa, a partir do final da década de 1990, França e Inglaterra protagonizaram episódios de reforma das políticas para a educação primária em geral e para o ensino de leitura em particular. [38] Grande contribuição para essas ações veio da pesquisa científica.

---

[37] Em 1994, um esforço de atuação conjunta reuniu numa mesma ação vários organismos, entre eles a OECD e a Statistics Canada. Ele resultou na condução do primeiro estudo internacional de aferição e comparação dos níveis de alfabetismo adulto das populações dos seguintes países: Canadá, França, Alemanha, Polônia, Suécia, Irlanda, Holanda, Suíça. E apresentou evidências de que o nível de alfabetismo das populações adultas repercutia no desenvolvimento dos países. Trata-se do International Adult Literacy Survey. O relatório do IALS 1994 intitulou-se Literacy, economy and society: Results of the first International Adult Literacy Survey". Foi publicado sob os auspícios da Organisation for Economic Co-operation and Development e do Statistics Canada.

[38] O Relatório que divulgou os resultados dessa primeira edição do IALS, Literacy, economy and society: Results of the first International Adult Literacy Survey" contribuiu para sedimentar a percepção dos benefícios econômicos e sociais acarretados por altos níveis de alfabetismo nas nações.

Nos meios acadêmicos e científicos envolvidos com a pesquisa sobre leitura na França, vários laboratórios e cientistas vêm revelando, nos últimos anos, em várias frentes, importantes achados. É o que ocorre, por exemplo, nas pesquisas sobre suporte neurobiológico da arquitetura cognitiva envolvida no ato de ler. E também no âmbito dos condicionantes genéticos da formação e desenvolvimento desse suporte. Idem no campo dos mecanismos psicolinguísticos envolvidos na leitura. [39] Tais achados têm dado lugar a publicações de obras específicas e balanços do estado da arte da questão da leitura e de seu ensino que aumentam a visibilidade das evidências da eficácia dos métodos fônicos.

Recentemente, dois fecundos conjuntos de iniciativas de pesquisa, ambos franceses, resultaram na publicação de trabalhos de grande envergadura teórica e fôlego científico. Uma revisão médico-científica sobre os temas da aprendizagem resultou na publicação de um relatório intitulado *Dyslexie, Dysorthographie et Dyscalculie: bilan de donnés scientifiques (2007)*. Trata-se de um trabalho extensivo e completo. Ele contém um estado da arte sobre as questões do aprendizado da leitura, da escrita e da matemática e foi publicado na Colletion Expertise Collective do INSERM – Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (2007). Outra, chancelada por prefácio de Jean-Pierre Changeux, culminou na apresentação de evidências para comprovar hipótese científica nova: durante o aprendizado da leitura ocorre uma lenta, penosa e parcial reconversão dos circuitos neuronais que a filogênese destinou ao reconhecimento de realidades e objetos do mundo exterior. O exame dessas evidências revela que todos mobilizam as mesmas rede neuronais durante a realização da leitura. Mesmo na leitura em línguas cujas escritas não são baseadas em alfabetos,

---

[39]Uma lista com os pesquisadores importantes certamente envolveria os nomes de Stanislas Dehaene, Diretor do INSERM – CEA Cognitive Neuroimaging Unit, Professor no College de France Chair of Experimental Cognitive Psychology, Membro da Académie des Sciences, Michel Fayol, Diretor do Laboratoire de Psicologie Sociale et Cognitive da Université Blaise Pascal; Frank Ramus, do Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique da École des Hautes Études en Sciences Sociales; Johannes Ziegler, Directeur de Recherche CNRS, do Laboratoire Psychologie Cognitive, Université d'Aix-Marseille; Jean-Émile Gombert, Vice-président du Conseil Scientifique Université Rennes 2; Liliane Sprenger-Charolles, Directeur de Recherche CNRS au Laboratoire d'Études sur l'Acquisition et la Pathologie du Langage; Jean-François Démonet, do INSERM e Pascale Colé, Laboratoire de Psychologie et Neurocognition, Université de Savoie, e também, José Carlos Junca de Morais, que na Université Libre de Bruxelles é co-diretor do UNESCOG – Unité de recherche en Neurosciences Cognitives da Faculté dês Sciences Psychologiques et de l'Éducation.

como o chinês e o japonês, uma região conhecida como a da forma visual das palavras, localizada sempre no mesmo lugar, ao lado do sulco occipito-temporal, na região fusiforme do hemisfério esquerdo, entra em atividade diante de estímulo representado por palavra escrita, mesmo que o estímulo esteja mascarado. A variação local é de no máximo 5 milímetros levando-se em conta o sistema de coordenadas do referencial de Talairach (Dehaene, 2007, p. 106-107).[40]

Após a realização de testes controlados em que são submetidos à prova da aplicação em sala de aula, esses avanços no conhecimento detalhado da base neural do processamento de informações visuais e auditivas nas últimas duas décadas têm resultado em verificação, no sentido popperiano do termo, de hipóteses sobre o funcionamento da arquitetura cognitiva envolvida no ato de ler (SHAYWITZ et al., 2004, HOEFT, F., 2004, 2006, 2007). Referimo-nos aqui a hipóteses cuja elaboração nasce de modelagem e simulação do ato de leitura de palavras. Os psicólogos cognitivos as desenvolvem para representar o processamento de informações no cérebro durante o ato de ler. Inclusive com o auxílio da inteligência artificial. [41] Em que pesem as postulações relativistas e culturalistas sobre o aprendizado da leitura, as evidências colhidas nesses estudos, em contextos didáticos, culturais e linguísticos os mais diversos, são claras. Cada criança é única. Mas não há mil maneiras ou estilos de aprendizagem da leitura. Quando se trata de aprender a ler ninguém pode dispensar seu cérebro. Todo cérebro está submetido a padrões funcionais e estruturais e a aprendizagem da leitura se dá sempre na mesma sequência (Dehaene, 2007, p 290):

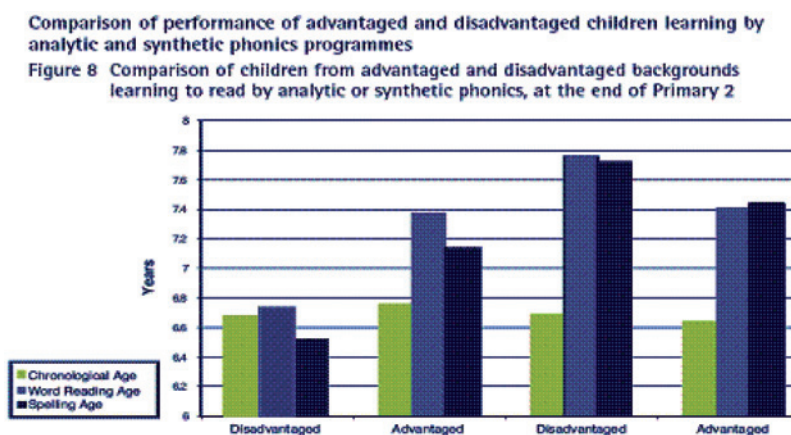
---

[40] Na edição do dia 25 de setembro de 2008, o Jornal Nacional, da Rede Globo de Televisão, levou ao ar reportagem de Marcelo Canellas. A âncora Fátima Bernardes disse: "O Jornal Nacional começa com uma descoberta histórica. Pela primeira vez, (grifo nosso) cientistas conseguiram identificar a região do cérebro responsável pela leitura. Com a participação de pesquisadores brasileiros (grifo nosso), a Ciência conseguiu, pela primeira vez, fazer o mapa da leitura no cérebro humano." É gravíssimo alardear fatos inexistentes. A tese de que há certas áreas do cérebro envolvidas no ato de ler é do século XIX (DÉJERINE, 1892). Sua verificação científica (sentido popperiano), com a produção de imagens PET das áreas ativadas, é do final da década de 1980 (PETERSEN, 1988). Há exatos 23 anos. Reportagem do Jornal Nacional pode ser lida em http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL774322-5603,00.html Acesso em 20 de setembro de 2011.

[41] São conhecidos: o connectionist triangle model, o dual-route cascade model, o connectionist dual process model. Cientistas da Università di Padova, Swinburne University of Technology e do Centre National de Recherche Scientifique et Université de Provence apresentaram um modelo incremental baseado nesses modelos anteriores: CDP + Model of Reading Aloud (PERRY, 2007).

Um destaque especial deve ser concedido, nesse campo, ao Reino Unido. Uma sequência de fatos e ações a partir da segunda metade da década de 1990 levou a uma situação especial. Em meados da década de 1990 dados de avaliações periódicas mostravam estagnação dos escores médios em leitura nos testes nacionais em quase 30 anos, com pouco mais da metade dos alunos atingindo as metas estabelecidas. Diversos grupos de trabalho e iniciativas governamentais foram estabelecidos. Decisivos na orientação das políticas foram alguns estudos empíricos, notadamente aqueles desenvolvidos por Johnston e Watson (2004), que demonstraram a superioridade de métodos fônicos sintéticos em intervenções de escala relativamente grande. [42]

A Figura 1 abaixo apresenta os resultados de uma dessas comparações, em que aparece o efeito superior dos métodos fônicos para todos os alunos, mas especialmente superior para os alunos com dificuldades de aprendizagem da leitura, corroborando os resultados de todos os estudos acima citado, particularmente do NRP.

*Figura 1*

[42] Os resultados desse estudo estão publicados numa das mais importantes revistas da área de pesquisa em leitura no mundo: Reading and Writing: An Interdiscyplinary Journal, 17: 327-357, 2004. E também na revista Insight, número 17. Trata-se de uma revista da Information, Analysis and Communication Division, órgão de assessoria do Scottish Executive Education Department (SEED, Escócia. O texto está disponível para leitura integral em http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/36496/0023582.pdf Acesso em 01 de setembro de 2010.

# VALIDADE DOS ESTUDOS SOBRE ALFABETIZAÇÃO EM PAÍSES CUJAS LÍNGUAS POSSUEM ESCRITAS ALFABÉTICAS

Para o leitor não especializado nas questões de alfabetização admite-se a pergunta a respeito da validade desses achados, baseados principalmente em estudos realizados em países de língua inglesa, para países que usam o sistema alfabético de escrita em outras línguas. A predominância dos estudos em língua inglesa deve-se a vários fatores conhecidos, mas também ao fato de ser a língua em que a correspondência entre grafemas e fonemas é mais inconsistente.

Cabe registrar, em primeiro lugar, que a afirmação acima não é totalmente correta. Tanto no que se refere a pesquisas de laboratório, como foi demonstrado acima, quanto no que diz respeito a estudos de intervenção em situação de ensino e aprendizagem, há importantes contribuições de autores trabalhando com esse corpo de conhecimentos em diferentes países e com diferentes línguas. Todas com verificações (sentido popperiano) desses achados. [43] Em segundo lugar, essa pergunta perde a razão de ser quando se conhece, por exemplo, os dados acumulados nas investigações que compuseram um megaprojeto de pesquisa cujo financiamento foi realizado pelo COST com uma dotação orçamentária de cinco milhões de euros. [44]

---

[43] (Elkonin,1973), em russo, (Cossu, Shankweiler, Liberman, Tola e Katz, 1998) em italiano, (HOIEN, Lundberg, Stanovich e Bjaalid, 1995), em norueguês, (Alegria, Pignot & Morais, 1982), em francês, (deManique and Cramigna, 1984; Denton et al. 2000), em espanhol, (Lundberg, Olofsoon e Wal, 1980), em sueco, (Silva e Alves-Martins, 2002), em português europeu, (Cardoso-Martins, 1995; Cardoso Martins et al., 2006; Pollo, Kessler and Treimann, 2005, 2008), em português brasileiro, (Oktay e Aktan, 2002), em turco, (Cho e McBride-Chand, 2005), em hangul coreano, (Schneider et al., 1997), em alemão, (Rahbari, Sénechal e Arab-Moghaddam, 1999), em persa, (Saiegh e Geva, 2007), em árabe, (Nag, Sonali, 2007) em Kannada, língua falada no sudoeste da Índia.

[44] COST é o acróstico de European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research. Trata-se de um órgão que procura coordenar os esforços de provisão de fundos de pesquisa na Europa. Esse projeto, identificado sob a sigla Cost Action A 8, intitulou-se Learning disorders as a barrier for human development.

Uma das principais investigações realizadas no âmbito desse consórcio, desenvolvida por Seymour, Aro e Erskine (2003), teve seus resultados publicados no British Journal of Psychology. A referida investigação foi decisiva para esclarecer as semelhanças, diferenças e dificuldades na alfabetização de crianças em diferentes línguas. O estudo mapeou e descreveu a complexidade silábica e o grau de transparência/opacidade das ortografias de diferentes escritas. A complexidade silábica refere-se ao grau de predominância das sílabas abertas (CV), típicas das línguas românicas, como o Finlandês, Grego, Português, ou de sílabas do tipo CVC e conglomerados complexos de consoantes (denominados fonogramas), como nas línguas germânicas, especialmente no Inglês. O grau de transparência/opacidade diz respeito aos padrões de codificação dos fonemas em grafemas[45]. A Figura 2 mostra um diagrama do grau de visibilidade e da estrutura silábica das ortografias nas 13 línguas do estudo:

*Figura 2*

**Table 1.** Hypothetical classification of participating languages relative to the dimensions of syllabic complexity (simple, complex) and orthographic depth (shallow to deep)

| | | Orthographic depth | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Shallow | | | | Deep |
| Syllabic structure | Simple | Finnish | Greek<br>Italian<br>Spanish | Portuguese | French | |
| | Complex | | German<br>Norwegian<br>Icelandic | Dutch<br>Swedish | Danish | English |

Fonte: (Seymour, Aro e Erskine, 2003, p. 146).

Entre as 13 línguas cujo aprendizado infantil de leitura foi objeto de análise comparada nesse estudo estava o português de Portugal. E pode-se ver claramente que nossa língua portuguesa fica a meio caminho entre a transparência e a

---

[45]O estudo que Seymour desenvolveu serve-se do equacionamento da leitura de palavras nos termos do *dual-route model of word recognition*. Há acordo suficiente no campo da pesquisa em leitura para afirmar que durante o ato leitor ativam-se no cérebro regiões de processamento tanto dos signos de um código com representações abstratas e arbitrárias da ortografia quanto dos signos de um código que encapsula a informação fonêmica na estrutura grafêmica. A questão está exatamente em medir o efeito de cada um desses processos concomitantes de ativação nas tarefas de decisão lexical. Nos termos de um estudo que comparou as ações de decisão lexical durante leitura em inglês e em servo-croata, FROST, KATZ e BENTIN (1987, 104) assim equacionaram a questão da transparência ou opacidade das ortografias: "Ortografias alfabéticas podem ser classificadas em função da complexidade com que unidades gráficas mapeiam unidades sonoras. Desse ponto de vista uma escrita transparente possui códigos ortográfico e fonêmico isomórficos; os fonemas que se realizam acusticamente na língua falada são representados de maneira direta e inequívoca por grafemas da linguagem escrita. Em contraste, numa ortografia opaca, a relação entre letras e sons é mais turva e menos previsível. A mesma letra pode representar diferentes fonemas em diferentes contextos. Ademais, diferentes letras podem representar o mesmo fonema."

opacidade do seu código de escrita. Não houve comparações feitas com o português brasileiro. Mas o conhecimento da estrutura fonológica de nossa língua permite ver que não é tarefa das mais fáceis ensinar a ler o português brasileiro.

Mais do que as diferenças entre as escritas de diversas línguas, o estudo de Seymour, Aro e Erskine (2003) documenta o que é comum aos vários sistemas alfabéticos de escrita, e, portanto, reforça, além da universalidade das evidências científicas que examinamos acima, a necessidade de sua aplicação à aprendizagem da leitura e escrita em todas as línguas cujas escritas se baseiam em sistemas alfabéticos.

Os dados deixam muito claras as dimensões comuns de complexidade na aprendizagem do funcionamento de códigos alfabéticos. Além disso, revelam o equívoco, habitual entre nós, de se considerar que ensinar a ler é, desde o início, e sobretudo, ensinar a compreender. Se assim o fosse o desempenho dos alunos não variaria tanto conforme as características das línguas nacionais. Na Figura 3, dois dos principais resultados desse trabalho oferecem confirmação de que as dificuldades devem-se à estrutura de mapeamento grafofonêmico do código em cada escrita.

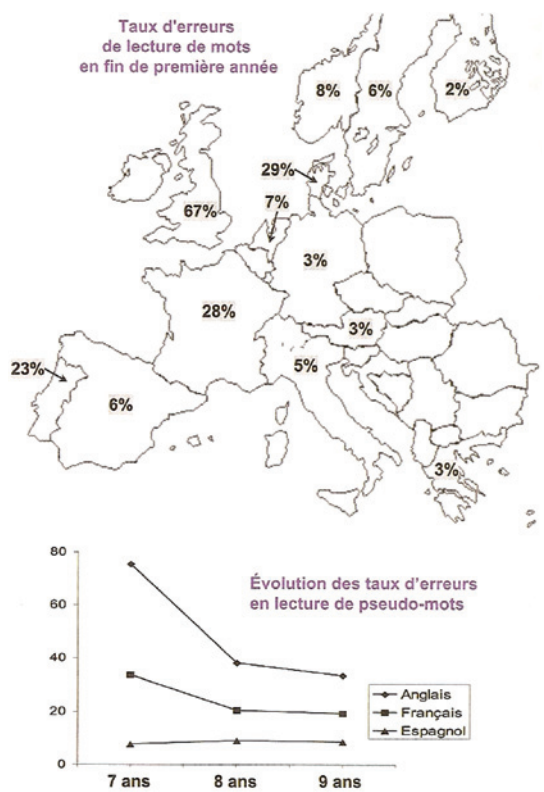



*Figura 3*

Fonte: Les Neurones de la Lecture. Stanislas Dehahene

No item leitura de palavras há uma diferença marcante de acordo com o nível de transparência ou opacidade da escrita. Ao final do primeiro ano de alfabetização, as crianças que aprendiam a ler escritas transparentes (alemão, espanhol, italiano, por exemplo) já haviam dominado as competências fundamentais de leitura (conhecimento da relação grafema-fonema e procedimento de decodificação). Sua taxa de erro na leitura de palavras era muito baixa. Já para as crianças que aprendiam a ler escritas opacas (Inglês e Francês, por exemplo) a taxa de erro na leitura de palavras era incomparavelmente mais alta. Quando o caso era de uma língua cuja escrita é relativamente menos transparente, como o Português (de Portugal no caso), o desempenho era inferior *vis-à-vis* o desempenho nas línguas cujas escritas eram transparentes. Mas superior ao desempenho em países como Inglaterra e França.

Ao final do período de alfabetização, portanto, as crianças que aprendiam a ler escritas opacas estavam lutando para dominar as estratégias de decodificação. Enquanto isso, as que aprendiam a ler escritas transparentes já haviam dominado completamente essas estratégias. E as que aprendiam a ler escritas como a do Português embora ainda não apresentassem domínio pleno das estratégias de decodificação estavam, quanto a isso, em melhor situação do que as crianças da França e Inglaterra.

Em relação às pseudopalavras, que só podem ser lidas pela estratégia da decodificação, as diferenças ocorrem na direção esperada, ou seja:

• Em línguas cujas escritas são mais transparentes (o espanhol no gráfico da parte inferior da figura), a linha que representa a evolução da taxa de erro entre os sete e nove anos assemelha-se a uma reta.

• Em línguas cujas escritas são relativamente menos transparentes (o francês no gráfico da parte inferior da figura), essa linha apresenta maior inclinação.

• Já no aprendizado da leitura do inglês o contraste é notável.

• Pode-se ver no gráfico que a evolução do uso de estratégias de decodificação para o uso de estratégias ortográficas de leitura é distinta. Mais penosa e morosa, no aprendizado da leitura em inglês e francês, nessa ordem, do que no aprendizado da leitura em espanhol.

# MUDANÇAS E TENDÊNCIAS NAS POLÍTICAS DE ALFABETIZAÇÃO

Muitos dos estudos citados no presente documento estão relacionados com a introdução ou modificação de políticas públicas de alfabetização. O crescimento do dinamismo das ações educativas nesse campo da pré-alfabetização e da alfabetização é paralelo à elevação da demanda de conhecimentos e habilidades na sociedade contemporânea tanto em função da emergência de uma assim chamada economia do conhecimento quanto do aumento de aspirações de democratização dos sistemas políticos.

Com efeito, desde década de 1990 se intensifica, em todo o mundo, a percepção de que a avaliação de habilidades que integram o desempenho escolar de crianças e adolescentes é condição indispensável para a aferição da efetividade das políticas educacionais. Esse movimento induziu o aumento da preocupação com a montagem e/ou aperfeiçoamento de sistemas de avaliação em larga escala. E colocou na ordem do dia a integração de testes padronizados a esses sistemas de avaliação. O processo está mais adiantado e enraizado em países cujas sociedades são economicamente afluentes e cujas institucionalidades políticas caracterizam estados de direito democrático. E internacionalmente ganha impulso desde 2000 com o PISA e o PIRLS.

Tais sistemas vêm produzindo dados abundantes sobre desempenho escolar nas diversas nações. E permitido o posicionamento dos resultados nacionais numa perspectiva de comparação internacional. Nos países mais desenvolvidos e avançados quando o monitoramento de dados aponta a inefetividade de uma política, e na proporção em que avançam os conhecimentos sobre a efetividade das políticas, mudanças se realizam. Assim é que nesses países uma nova geração de políticas educacionais, particularmente no campo da alfabetização, vêm sendo aplicadas com o fito de ajustar a ação educativa às evidências científicas.

O reconhecimento da universalidade das evidências científicas aqui revistas não pode ser negado a não ser que se negue, igualmente, a própria validade dos cânones científicos. Paralelamente, nada poderia ocultar de uma visão cientificamente esclarecida a gravidade das informações

representadas nos dados que os sistemas nacionais e internacionais de avaliação em larga escala publicam quando se trata das habilidades de leitura e do desempenho leitor de nossa população escolar infantil e adolescente. Ou a situação desfavorável quanto aos níveis de alfabetismo funcional da população jovem e adulta brasileira.[46] Segundo cientistas, o Brasil tanto se encontra à margem do progresso que levou, nos últimos 30 anos, à constituição de novos conhecimentos no campo da ciência cognitiva da leitura. Esses mesmos cientistas avaliam que o país tem dificuldade de usar tanto conhecimentos científicos quanto dados dos sistemas de avaliação para melhorar a qualidade da educação (Brasil, p.13, 2007).

É, pois, oportuno, encerrar esse trabalho pela apresentação de situações nas quais o uso proveitoso do avanço do conhecimento e dos dados produzidos por sistemas de monitoramento do desempenho escolar no campo da leitura tem levado ao desenvolvimento e à implantação de políticas *evidence based*.

Assim é que nos EUA os resultados do NRP, divulgados em 2000, induziram, e vêm induzindo, mudanças na legislação educacional. A divulgação do NRP Report gerou naquele país um desafio às instituições responsáveis pela formação de professores. Elas discutem e pesquisam as melhores formas de adaptar, reposicionar, enfim, atualizar o preparo dos profissionais do ensino. Particularmente daqueles sobre os quais recai a tarefa da alfabetização. O mesmo ocorreu na Inglaterra. Depois de lançar uma National Literacy Strategy em 1998 o país acompanhou criteriosamente a evolução do desempenho leitor dos alunos. Essa atenção levou a uma reavaliação e a uma reorientação da National Literacy Strategy a partir de 2006 (DCFS, 2007). Em Israel, processo idêntico, de acompanhamento dos dados dos testes nacionais e internacionais, levou a uma avaliação rigorosa

---

[46] São conhecidos os dados do SAEB, PISA e INAF, este divulgado pelo Instituto Paulo Montenegro. As informações sobre o SAEB estão disponíveis no sítio eletrônico que o INEP mantém na rede mundial de computadores. Ver em http://provabrasil.inep.gov.br/ Relatórios do PISA podem ser baixados e lidos em http://www.pisa.oecd.org/pages/0,2987,en_32252351_32235731_1_1_1_1_1,00.html E dados do INAF – Indicador de Alfabetismo Funcional, elaborado pelo Instituto Paulo Montenegro e Ação Educativa são encontrados em HTTP://www.ipm.org.br Acesso em 01 de setembro de 2010. A despeito das comemorações do MEC após a divulgação dos resultados do PISA 2009 somente **por volta de 2033** atingiríamos a proficiência média em leitura dos países da OECD se esses ficassem onde estão hoje e **dobrássemos a velocidade** do ganho em relação à década passada.

no final da década de 1990. E a uma reorientação a partir do ano 2000. A Austrália encontra-se no mesmo caminho desde a realização do National Inquiry Into The Teaching of Literacy em 2004/05. E a França, avaliando os resultados de seus alunos em leitura nos testes nacionais e internacionais, e em consonância com os estudos e relatórios produzidos pelo Observatoire National de la Lecture, sobretudo a partir da publicação do relatório Apprendre à Lire em 1998, encontra-se, desde 2002, em processo intenso de busca das melhores formas de adaptação de sua política nacional de alfabetização. Isso apareceu concretamente nas iniciativas de sucessivos ministros da Educação como Jack Lang e Gilles de Robien. O país acabou de aprovar nova mudança proposta pelo atual ministro da Educação Xavier Darcos, apresentada solenemente, junto com o presidente da República, em fevereiro de 2008. Ela acaba de entrar em vigor (France, 2008).

# MUDANÇAS E TENDÊNCIAS DAS POLÍTICAS DE ALFABETIZAÇÃO NO MUNDO

Os Quadros 5, 6, 7 e 8, abaixo, ilustram como alguns países desenvolvidos vêm reagindo às evidências científicas sobre como alfabetizar.

***Quadro 5***

| Países | Referência Básica | Observações |
|---|---|---|
| França | Nouveaux Programmes de L'École Primaire. Boletin Officiel hors-série n° 3 du 19 juin 2008. Programme de l'École Maternelle – Petite Section, Moyenne Section, Grande Section. | Prescreve o ensino do princípio alfabético e da decodificação e descreve as habilidades fônicas a serem dominadas ao final da escola maternal nos termos dos princípios instrucionais da abordagem fônica. |
| Inglaterra | Dfes – Department for Education and Skills (atual DCFS – Department for Children, Schools and Families). Primary National Strategy. The Primary Framework for literacy and mathematics: core position papers underpinning the renewal of guidance for teaching literacy and mathematics, 2006. | O *Primary Framework* publicado em 2006/2007 revisou a National Literacy Strategy. Esse documento aprofunda e detalha os procedimentos de ensino métodos fônicos |
| EUA | NICHD – National Institute for Children Health and Human Development. National Reading Panel - Teaching Children To Read: Na Evidence-Based Assessment of The Scientific Research Literature on Reading and Its Implications for Reading Instructions, 2000.<br><br>Partnership for Reading. Put Reading First. The Research Building Blocks for Teaching to Read. | O *National Reading Panel* torna-se a referência básica para a reformulação das políticas nacionais (Put Reading First) e da revisão dos currículos nos vários estados.<br><br>Partnership for Reading é um esforço colaborativo entre o NICHD, o NIFL e US Department of Education.<br><br>Apresenta princípios para uma ensino de leitura *scientifically evidence-based*, iniciando-se por treino da consciência fonêmica, ensino do princípio alfabético e decodificação, procedimentos básicos dos métodos fônicos. Recursos federais são liberados apenas para programas estaduais que seguem essas recomendações. |

*Quadro 6*

| Países | Referência Básica | Observações |
|---|---|---|
| EUA CALIFORNIA | Reading/Language Arts Framework for California Public Schools Kindergarten Through Grade Twelve.<br><br>Developed by Curriculum Development and Supplemental Materials Commission.<br><br>Adopted by the California State Board of Education.<br><br>Published by the California Department of Education. | A capacidade de ler é crucial para transformar alguém em um aprendiz autônomo de todas as disciplinas do conhecimento. De longa data a sociedade reconhece a importância do sucesso na leitura. Mas só recentemente nós começamos a compreender tanto as profundas e duradouras consequências advindas do mau aprendizado da leitura quanto as últimas evidências sobre a brevidade do período em que podemos modificar situações de fracasso no seu aprendizado (Biancarosa and Snow 2004; California Department of Education 1995; Juel 1988; Lyon and Chhabra 1996; Shaywitz 2003; Snow 2002; Torgesen 2002). Mais importante ainda do que isso, hoje reconhecemos a convergência das evidências sobre como dirigir a instrução em leitura. (National Reading Panel 2000; National Research Council 1998).<br><br>A Califórnia desenvolveu um sistema amplo de instrução baseado nos achados que a pesquisa científica vem confirmando a respeito de como as crianças aprendem a ler e a escrever. Tornou-se consciente dos ganhos e das desigualdades de aprendizagem de leitura e escrita entre seus alunos. Comprometeu-se com o sucesso acadêmico tanto dos que aprendem facilmente a ler, escrever e compreender o que lêm e escrevem quanto com os que precisam se esforçar para ser bem sucedidos nessas tarefas.<br><br>Consistente com o nosso padrão curricular, a modelagem do ensino de leitura e escrita na California reconhece que as avançadas habilidades de compreensão de textos narrativos e informacionais, de análise literária e de criação de uma prosa eloquente, **dependem, todas e cada uma, da aquisição e desenvolvimento de vocabulário, da capacidade de decodificar, da capacidade de reconhecer palavras, habilidades essas promovidas e alimentadas nos albores da vida escolar** e sedimentadas ao longo do ensino fundamental. |
| AUSTRÁLIA | Australian Government – Department of Educatin Employement and Workfplace Relations.National Inquiry into The Teaching of Literacy. Report and Recomendations. | Hon Dr. Brendon Nelson, convocou, em 2004, painel sobre leitura. O Painel foi dirigido por especialista da ACER a mesma agência que dirige o consórcio PISA. Os achados do relatório foram integrados pelo Council of Australian Governments (COAG) à National Reform Agenda. Eles confirmam a superioridade da eficácia dos métodos fônicos e se tornaram a base para a formulação dos programas de ensino. |

*Quadro 7*

| Países | Referência Básica | Observações |
|---|---|---|
| ISRAEL | Shapira, R., Valdan, Z., Levin, I., Lachman, S., Frost, R., Friedman, I. & Katzir, R. (2001). *The committee on reading: Final report*. Submitted to Mrs Limor Livnat, Minister of Education, and to Mr Zvulun Orlev, head of the Israeli Knesset Committee on Education and Culture (July 2001) [in Hebrew].<br><br>Ministry of Education Circular No. 61, 11. (2001). [Hebrew version]. Jerusalem: Ministry of Education. Cf. PIRLS 2001 Encyclopedia A Reference Guide to Reading Education in the Countries Participating in IEA's Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS). Edited by Ina V.S. Mullis Michael O. Martin Ann M. Kennedy Cheryl L. Flaherty September 2002 | Em 2000, Zevulun Orlev, presidente do The Kenesset Education, Culture and Sports Committee nomeou um comitê, dirigido por Rina Shapira, para rever as evidências científicas sobre as mais eficazes práticas de alfabetização no mundo. As conclusões e recomendações foram consistentes com as do National Reading Panel. O Ministério da Educação acatou as conclusões e agiu para oficializar as recomendações do relatório na circular 61.11 (2001). |
| FINLÂNDIA | FNBE - The Finnish National Board of Education. National Core Curriculum for Basic Education 2004. Learning Objectives and Core Contents of Education. Mother Tongue and Literature. | O currículo nacional descreve precisa e detalhadamente as habilidades a serem aprendidas. No que diz respeito ao aprendizado da leitura, prescreve o ensino explícito das relações letra/som, identificação, junção, decomposição e isolamento de sílabas e sons básicos nas palavras, reconhecimento de palavras iniciando-se pelas mais usuais e regulares. No caso da caligrafia, por exemplo, prescreve o ensino de letra cursiva e caixa alta e apresenta os modelos de letras a serem ensinadas, com o objetivo de assegurar a eficiência e fluência na escrita. |

*Quadro 8*

| Países | Referência Básica | Observações |
|---|---|---|
| EUA | National Early Literacy Panel. Developing Early Literacy. A Scientific Synthesis of Early Literacy Development and Implications for Intervention. | O **Painel Aprendizagem Infantil da Leitura** foi criado com o expresso objetivo de resumir as evidências científicas em dois campos do aprendizado infantil: alfabetização e influência do ambiente familiar no aprendizado inicial da leitura. A finalidade precípua do Painel foi fazer uma síntese dos achados da pesquisa científica para, assim, subsidiar decisões no campo da formulação de políticas e desenvolvimento de práticas que afetam o aprendizado inicial da leitura, além de determinar como professores e famílias podem apoiar o desenvolvimento da linguagem infantil e o aprendizado da leitura.<br><br>O primeiro alvo do Painel foi a identificação das intervenções, atividades parentais, e práticas instrucionais que promovem o desenvolvimento das habilidades básicas de alfabetização das crianças. Para atingir tal finalidade o Painel elaborou quatro perguntas:<br><br>1. Quais são as capacidades e habilidades das crianças pequenas (do nascimento aos cinco anos) passíveis de predizer o desempenho futuro em leitura, soletração e escrita?<br><br>2. Que programas, intervenções e abordagens instrucionais têm contribuído, tanto para desenvolver quanto para, ao contrário, inibir ganhos nas capacidades e habilidades que estão associadas ao desempenho futuro em leitura, soletração e escrita?<br><br>3. Que ambientes e cenários têm contribuído tanto para o desenvolvimento quanto para, reversamente, inibir avanços nas capacidades e habilidades que estão associadas ao desempenho futuro em leitura, soletração e escrita?<br><br>4. Que características infantis têm contribuído seja para incrementar seja para, antagonicamente, inibir ganhos nas capacidades e habilidades que estão associadas ao desempenho futuro em leitura, soletração e escrita? |

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ADAMS, M. J. Beginning to Read: Thinking and learning about print. Cambridge MA: MIT Press, 1990.

ALEGRIA, J.; PIGNOT, E. & MORAIS, J. Phonetic Analysis of Speech and Memory Codes in Beginning Readers. *Memory and Cognition, 10:* 451-456, 1982.

BARR, R. C. The Influence of Instructional Conditions on Word Recognition Errors. *Reading Research Quarterly,* Vol. 7, No. 3, 509-529, 1972.

BARR, R.. The effect of instruction on pupil reading strategies. *Reading Research Quarterly, 4,* 555-582, 1975.

BERLINER, D. C. Knowledge is Power: A talk to teachers about a revolution in the teaching profession. In: *Talks to Teachers,* ed. David C. Berliner and Barak V. Rosenshine. New York: Random House, 1987.

BOND, G. L., and R. DYKSTRA. The Cooperative Research Program in First-Grade Reading Instruction. *Reading Research Quarterly* 2 (1967): 5-142, 1967.

BOND, G.L., & DYKSTRA, R. The Cooperative Research Program in First-Grade Reading Instruction. *Reading Research Quarterly, 32(4),* 348–427, October/November/December, 1997.

BORONAT, C. B. & LOGAN, G. D. The role of attention in automatization: Does attention operate at encoding, or retrieval, or both? *Memory and Cognition,* 25(1), 36-46, 1997.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. Comissão de Educação E Cultura. Grupo de Trbalho Alfabetização Infantil: os novos caminhos. Relatório Final, 2ª Edição: Brasília, Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informações, Coordenação de Publicações, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Língua Portuguesa. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Pró – letramento. Programa de Formação Continuada de Professores dos Anos/Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Alfabetização e Linguagem. Edição Revista e Ampliada. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. PROFA – Programa de Formação de Professores Alfabetizadores. Documento de Apresentação. Brasília, 2001.

CARDOSO-MARTINS, C. Sensitivity to rhymes, syllables, and phonemes in literacy acquisition in portuguese. *Reading Research Quaterly,* 30: 808-828, 1995.

CARDOSO-MARTINS, C. et al. Is There a Syllabic Stage in Spelling Development? Evidence From Portuguese-Speaking Children. Journal of Educational Psychology, Vol. 98, No. 3, 628–64, 2006.

CHALL, J. S. Learning to read: The great debate. New York: McGraw-Hill, 1967.

CHALL, J.; JACOBS, V.; BALDWIN, L.. The Reading Crisis: why poor children fall behind. Boston: Harvard University Press, 1990.

CHALL, J. The Academic Challenge: what really works in the classroom. New York: Guilford Press, 2000.

CHO, J. R & McBRIDE-CHANG, C.. Correlates of Korean Hangul Acquisition among kindergartners and second graders. *Scientific Studies of Reading,* 9, 3–16, 2005.

COSSU, G. et al. Awareness of phonological segments and reading ability in Italian children. *Apllied Psycholinguistics,* 9: 1-16, 1988.

DALE, N. On the Teaching English Reading. London: J M Dent & Co, 1898.

DALE, N. Further Notes on the Teaching of English Reading. London: George Philip & Son Ltd, 1902.

DEHAENE, Stanislas. Les Neurones de la Lecture. Odile Jacob, 2007.

DÉJERINE, j. Contribuition à l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes varietés de cécité verbale. Mémoires de la Société de Biologie, 4, 61-90, 1892.

de MANIQUE, A. M. B. and Gramigna, S. La segmentación fonológica y silábica en niños de preescolar y primer grado. *Lectura y Vida,* 5/1, 4-14, 1984.

DENTON, C. A et al. What do we know about phonological awareness in spanish? *Reading Psychology,* 21:335–352, 2000.

EHRI, L.C. & WILCE, L.S. Does learning to spell help beginners learn to read words? *Reading Research Quarterly,* 22, 47-65, 1987.

EHRI, L. C., NUNES, S. R., STAHL, S. A. y WILLOWS, D. M. (2001): Systematic phonics instruction helps students learn to read: Evidence from the National Reading Panel's Meta-Analysis. Review of Educational Research, 71(3), 393-447.

ELKONIN, D B. U.S.S.R. In J. Downing (Ed.), Comparative reading (pp. 551-579). New York: Macmillan, 1973.

EVANS, M. A., & CARR, T. H. Cognitive abilities, conditions of learning, and the early development of reading skill. *Reading Research Quarterly,* 20, 327-350, 1985.

FLESCH, R.. Why Johnny can't read and what you can do about it.. New York: Harper & Row, 1995.

FRANCE. Bulletin Officiel [B. O.] hors série nº 3 du 19 juin 2008. Programme de L'École Maternelle – Petite Setion, Moyenne Section, Grande Section. Disponível em http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/programme_maternelle.htm Acesso em 20 de setembro de 2011.

FROST, R., KATZ, L, & BENTIN, S. Strategies for Visual Word Recognition and Orthographical Depth: A Multilingual Comparison. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1987, Vol. 13. No. 1,104-115, 1987.

GARAN, E.M. Resisting Reading Mandates. Portsmouth, NH: Heinemann, 2002 (p. 8, 23, 41, 70-72)

GARAN, E.M. In Defense of Our Children: When Politics, Profit and Education Collide. Portsmouth, NH: Heinemann, 2004.

HAY, J.; WINGO, C. E. Teacher's Manual for Reading with Phonics. Philadelphia: J. B. Lippincott Co., 1954.

HANUSHEK, E. et al. Education and Economic Growth. Education Next. Spring, 2008.

HOEFT, F. et al. Functional and morphometric brain dissociation between dyslexia and reading ability. Proceedings of The National Academies of Sciences of The United States of America, 104(10):4234-4239, 2004.

HOEFT, F., et al. Neural basis of dyslexia: a comparison between dyslexic children and non dyslexic children equated for reading ability. J Neurosci 2006; 26(42):10700-10708.

HOEFT, F. et al. Prediction of children1s reading skills using behavioral, functional and structural neuroimaging measures. Behavioral Neuroscience, 121(3):602-613, 2007.

HOIEN, T et al. Components of phonological awareness. *Reading and Writing: Na Interdisciplinary Journal,* 7, 171-188, 1995.

HULME, C. Reading retardation and multi-sensory teaching. London: Routledge & Keegan Paul, 1981.

HULME, C., & BRADLEY, L.. An experimental study of multi-sensory teaching with normal and retarded readers. In R. Malatesha & H. Whitaker (Eds.), *Dyslexia: A global issue*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1984.

HULME, C.; MONK, A & IVES, S. Some experiential studies of multi-sensory teaching. The effects of manual tracing on children's paired associated learning. *British Journal of Developmental Psychology,* 5, 299-307, 1987.

INSERM. Dyslexie, dysorthographie, dyscalculie Bilan des données scientifiques.Paris: Les éditions Inserm, 2007.

PITMAN, Sir J & ST JOHN, J. Alphabets & Reading London: Pitman, 1969.

JOHNSTON, R.S. & WATSON, J. Developing reading, spelling and phonemic awareness skills in primary school children. *Literacy,* 31, 2, 38-41, 1997.

JOHNSTON, R. & Watson, J. Accelerating reading and spelling with synthetic phonics: a five-year follow up. *Insight 4, Interchange 57,* Unit of the Scottish Executive Education Department, 2003.

LINDAMOOD, C. H.; LINDAMOOD, P. C. Auditory Discrimination in Depth. Allen, Texas: DLM Teaching Resources, 1969.

LUNDBERG, I., & WALL, S. Reading and spelling skill in the first school years predicted from phonemic awareness skills in kindergarten. In *Scandinauian Journal of Psychology,* 21, 159-173, 1980.

McARDLE, P. & CHHABRA, V. (Eds) *The Voice of Evidence in Reading Research.* Baltmore: Brookes Publishing Co., 2004.

McGUINNESS, Diane. Allographs I: A Linguistic Spelling Program. Sanibel, FL: SeaGate Press, 1997.

McGUINNESS, Diane. Decoding strategies as predictors of reading skill: A follow-on study. *Annals of Dyslexia,* 47, 1, 115-150, 1997a.

McGUINNESS, Diane. Early Reading Instruction: What Science Really Tells Us about How to Teach Reading. Ma: THE MIT Press, 2005.

MEYER, L. et al. Effects of reading storybooks aloud to children. *The Journal of Educational Research,* 88, 69-85, 1994.

NATIONAL INSTITUTE FOR LITERACY. Developing Early Literacy. A Scientific Synthesis on Early Literacy Development and Implications for Interventions. January, 2009. Disponível http://www.nifl.gov/publications/pdf/NELPReport09.pdf Acesso em 20 de setembro de 2011.

SONALI, Nag. Early reading in Kannada: the pace of acquisition of orthographic knowledge and phonemic awareness. Journal of Research in Reading, Volume 30, Issue 1, 2007.

NICHD. *Report of the National Reading Panel, Teaching Children to Read: An Evidence-Based Assessment of the Scientific Research Literature on Reading and Its Implications for Reading Instruction* (NIH Publication No. 00-4769). Washington, DC: US Government Printing Office, 2000.

NORIYEH, R.; SÉNECHAL, M & ARAB-MOGHADDAM, N. The role of orthographic and phonological processing skills in the reading and spelling of monolingual Persian children. Reading and Writing. An Interdisciplinary Journal, 11: 381-403, 1999.

ONL. Observatoire National de la Lecture. Apprendre à Lire Aux Cycles des Apprentissages Fondamentaux, Paris: Odile Jadcob e Centre National de Documentation Pédagogique, 1998.

OECD. Literacy, Economy and Society. Results of the First International Adult Literacy Survey, 1995.

OECD. Understanding The Social Outcomes of Learning, 2007.

OKTAY, A. & AKTAN, E. A Cross-linguistic Comparison of Phonological Awareness and Word Recognition in Turkish and English. *International Journal of Early Years Education,* 10, 1, 37-48, 2002.

PARANÁ. Governo do Estado do Paraná. Superintendência da Educação. Diretrizes Curriculares de Língua Portuguesa para a Educação Básica. Em revisão. Curitiba, 2007.

PERRY, C., ZIEGLER, J. C. & ZORZI, M. Nested Incremental Modeling in the Development of Computational Theories: The CDP_ Model of Reading Aloud. Psychological Review. Vol. 114, No. 2, 273–315, 2007.

PETERSEN, S. E, FOX, P. T., POSNER, M. I., MINTUN, M., & RAICHLE, M. E. Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. NATURE, Feb 18;331(6157):585-9, 1988.

PITMAN, Sir J.; ST. JOHN, John. Alphabets and Reading. London: Pitman, 1969.

POLLO, T.C.; KESSLER, B.; & TREIMAN, R.. Vowels, syllables, and letter names: Differences between young children's spelling in English and Portuguese. *Journal of Experimental Child Psychology.* 92, 161–181, 2005.

POLLO, T. C., Treiman, R., & Kessler, B. (2008). Three perspectives on spelling development. In E. L. Grigorenko & A. J. Naples (Eds.), *Single-word reading: Behavioral and biological perspectives* (pp. 175–189). New York, NY: Erlbaum.

RAHBARI, N.; SENECHAL, M.; ARAB-MOGHADDAM, N. The Role of Orthographic and Phonological Processing Skills in the Reading and Spelling of Monolingual Persian Children. Reading and Writing: *An Interdisciplinary Journal,* 20, 5, 511-533, 2007.

REYNER et al. How Psychological Science Informs The Teaching of Reading. Psychological Science of The Public Interest. Vol.2, Number 2. November 2001.

REYNER, K. et al. How should reading be taught? *Scientific American,* March, 2002.

RUMELHART, D. E. & McCLELLAND, J. L. Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Vols. 1 e 2. London: The MIT Press, 1986.

SAIEGH, E & GEVA, E. Morphological awareness, phonological awareness and reading in English-Arabic bilingual children. Reading and Writing: *An Interdisciplinary Journal,* JUNHO, 2007.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. Educação Fundamental Orientações Gerais para o Ensino de Língua Portuguesa e Matemática no Ciclo I, 2006.

SCHNEIDER, W. et al. H. Short and long-term effects of training phonological awareness in kindergarten: Evidence from two German studies. *Journal of Experimental Child Psychology,* 66, 311-340, 1997.

SCILIAR-CABRAL, L. Princípios do Sistema Alfabético do Português, São Paulo: Ed. Contexto, 2003.

SEYMOUR, P. H. K.; ARO, M.; ERSKINE, J. M. Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology,* 94, 143–174, 2003. .

SHAYWITZ, B., ET AL. Development of left occipito-temporal systems for skilled reading in children after a phonologicallybased intervention. Biological Psychiatry, 55, 926–933, 2004.

SHAVELSON, R. & TOWNE, L. (Eds.) Committee on Scientifc Principles in Education. Scientific Research in Education, The National Academies Press, 2002.

SILVA, C. & ALVES-MARTIN, M. Phonological Skills and Writing of Presyllabic Children. *Reading Research Quarterly,* 37(4), 466–483, 2002.

SNOW, C; BURNS, M. S. & GRIFFIN, P. (Eds.). Preventing Reading Difficulties in Young Children. Washington, D. C. National Academic Press, 1998.

SNOW, Catherine.(2006) What counts as literacy in early childhood? In K. McCartney & D. Phillips (Eds.), *Blackwell handbook of early childhood development* (pp. 149-166). Malden, MA: Blackwell.

STAHL, S.A. & MILLER, P. D. Whole language experience approaches for beginning reading: a quantitative research synthesis. *Review of Educational Research* 59:87-116, 1989.

STEBBINGS, L.B. et al. Education as experimentation: A planned variation model, (Vol. IV-A), Cambridge: Abt Associates, 1977.

STRAUU, S.J. Challenging the NICHD Reading Research Agenda. Phi Delta Kappan, Feb. 2003, pp. 438-442.

SUMBLER, K.. Phonological awareness combined with explicit alphabetic coding instruction in kindergarten: Classroom observations and evaluation. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Toronto, 1999.

TORGERSON, C. The quality of systematic reviews of effectiveness in literacy learning in English: a 'tertiary' review. Journal of Research in Reading, Volume 30, Issue 3, pp 287–315, 2007.

TREIMAN, R., & TINCOFF, R. The fragility of the alphabetic principle. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 425-451, 1997.

UHRY, J. K., & SHEPHERD, M. J. Segmentation/spelling instruction as part of a first grade reading program: Effects on several measures of reading. *Reading Research Quarterly*, 28, 218-233, 1993.

VELLUTINO, F.R.; SCANLON, D. M. Phonological coding, phonological awareness, and reading ability: evidence from a longitudinal and experimental study. *Merryll-Palmer* Quarterly, v. 33, p.321-363, 1987.

VELLUTINO et al. Specific Reading Disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades. Journal of Child Psychology and Psycuiatry. 45:1, 2004.